

КАЗАНСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Филиал КФУ в г. Чистополе

З.А. САМАТОВ

**БЕЗОПАСНОСТЬ
ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Конспект лекций

Казань - 2013

Саматов З.А.

Безопасность жизнедеятельности: Краткий конспект лекций / З.А. Саматов;
Каз.федер.ун-т. – Казань, 2013. – 55 с

В предлагаемых лекциях изучаются основные вопросы, касающиеся основ физиологии труда и воздействия на организм вредных и опасных производственных и промышленных факторов, требований охраны труда, сохранения здоровья работников, расследования несчастных случаев на производстве и ответственности работников и работодателей за нарушения требований охраны труда. Особое внимание уделено вопросам обеспечения безопасности в чрезвычайных ситуациях, правовым, нормативным и организационным принципам обеспечения безопасности человека в процессе его жизнедеятельности.

Принято на заседании кафедры механизации агропромышленного комплекса

Протокол №1 от 20.09.2013

© Казанский федеральный университет

© Саматов З.А.

Содержание

Тема 1. Теоретические основы курса «Безопасность жизнедеятельности».....	6
1.1. Цель, задачи курса и предметы изучения.....	6
1.2. Опасность, риск, безопасность, чрезвычайные ситуации.....	7
1.3. Принципы, методы и средства обеспечения безопасности.....	8
1.4. Опасные и вредные факторы среды обитания.....	9
1.5. Вопросы для самоконтроля.....	10
1.6. Используемые информационные ресурсы.....	11
Тема 2. Микроклимат производственных и непроизводственных помещений.....	12
2.1. Климат помещений, его параметры.....	12
2.2. Теплообмен организма человека со средой обитания.....	12
2.3. Гигиеническое нормирование параметров микроклимата помещений.....	13
2.4. Системы обеспечения параметров микроклимата и состава воздуха.....	14
2.5. Вопросы для самоконтроля.....	15
2.6. Используемые информационные ресурсы.....	15
Тема 3. Вредные, отравляющие и ядовитые вещества.....	16
3.1. Классификация вредных веществ.....	16
3.2. Пути проникновения в организм и механизм их действия.....	16
3.3. Вентиляционные системы и их классификация.....	17
3.4. Вопросы для самоконтроля.....	21
3.5. Используемые информационные ресурсы.....	21
Тема 4. Производственное освещение.....	22
4.1. Основные светотехнические величины.....	22
4.2. Классификация систем освещения.....	23
4.3. Нормирование освещения.....	24
4.4. Вопросы для самоконтроля.....	26
4.5. Используемые информационные ресурсы.....	26
Тема 5. Акустические колебания воздушной среды.....	27
5.1. Шум слышимого диапазона.....	27
5.2. Ультразвук.....	29
5.3. Инфразвук.....	30
5.4. Вопросы для самоконтроля.....	31
5.5. Используемые информационные ресурсы.....	31
Тема 6. Механические колебания.....	32
6.1. Источники, параметры и действие вибрации.....	32
6.2. Нормирование вибраций.....	34
6.3. Методы и средства защиты от вибрационных нагрузок.....	34
6.4. Вопросы для самоконтроля.....	34
6.6. Используемые информационные ресурсы.....	35
Тема 7. Электромагнитные поля.....	36
7.1. Виды и источники электромагнитных полей.....	36
7.2. Средства защиты от электромагнитных излучений.....	38
7.3. Лазерные излучения.....	38
7.4. Ультрафиолетовые излучения.....	39
7.5. Вопросы для самоконтроля.....	40
7.6. Используемые информационные ресурсы.....	40

Тема 8. Производственная безопасность.....	41
8.1. Электробезопасность.....	41
8.2. Профилактика электротравматизма.....	46
8.3. Оказание первой помощи пострадавшему от электрического тока.....	48
8.4. Вопросы для самоконтроля.....	50
8.5. Используемые информационные ресурсы.....	50
Тема 9. Производственный травматизм.....	51
9.1. Порядок расследования, оформления и учета несчастных случаев на производстве.....	51
9.2. Классификация причин производственного травматизма.....	52
9.3. Методы изучения причин производственного травматизма.....	52
9.4. Система обязательного социального страхования от несчастных случаев.....	53
9.5. Вопросы для самоконтроля.....	54
9.6. Используемые информационные ресурсы.....	55

Тема 1. Теоретические основы курса «Безопасность жизнедеятельности»

1.1 Цель, задачи курса, объекты и предметы изучения

Безопасность жизнедеятельности – это область знаний, изучающая опасности, угрожающие человеку, закономерности их появления и способы защиты от них в любой среде обитания.

Для современного состояния БЖД как научной дисциплины характерно объединение таких наук, как охрана труда, охрана окружающей среды, гражданская оборона, эргономика, инженерная психология, гигиена труда, физиология, социология, акустика, теория надежности и др.

Как всякая наука, БЖД имеет свою цель, задачи, объект и предметы изучения, средства познания и принципы, используемые для решения практических и теоретических задач.

Цель курса «Безопасность жизнедеятельности» исходит из определения БЖД и представляет собой достижение социально приемлемого уровня безопасности человека в любой среде обитания.

Достижение сформулированной цели курса БЖД осуществляется путем решения трех задач.

1. Идентификация опасности.

Идентификация опасности – процесс распознавания образа опасности, установления возможных причин, пространственных и временных координат, вероятности проявления, величины и последствий опасности.

В целях адекватной идентификации опасности систему «человек – среда обитания» в процессе анализа подвергают декомпозиции на элементы, позволяющие однозначно определять опасности и их опасные сочетания (рис. 1.1). В условиях определенной деятельности эти элементы конкретизируются. Поэтому при проектировании деятельности необходимо с достаточной степенью детализации выделить элементы и, пользуясь соответствующим источником информации, найти их опасные свойства.

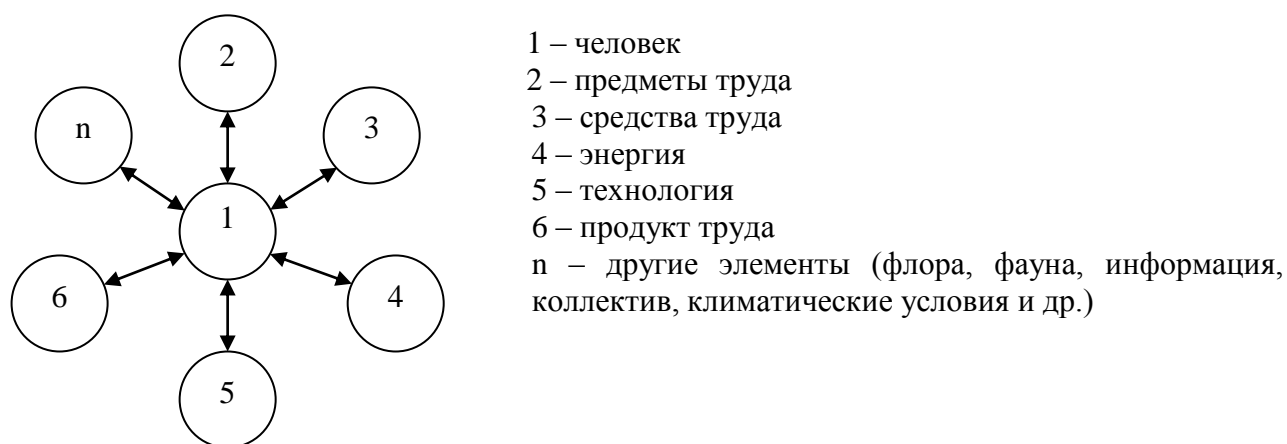


Рис. 1.1. Схематическое изображение элементов системы «человек – среда обитания»

2. Защита от опасности (разработка средств и методов защиты).

3. Ликвидация потенциальных опасностей (предотвращение возможных ситуаций, при которых опасности могут проявиться).

Каждая из трех задач может быть и научной, и практической. К научной задаче относится получение новых, принципиально нестандартных знаний в виде закона, теоретического описания технологического процесса, математического описания явления и т. п. К практической задаче относится разработка конкретных практических мероприятий,

обеспечивающих обитание человека без травм, аварий, при сохранении его здоровья и работоспособности. Задачи курса решаются при помощи соответствующих средств познания (теория, практика, лаборатория).

Объектом изучения БЖД является среда обитания человека. По происхождению (генезису) среда классифицируется на производственную и непроизводственную.

Предметами изучения БЖД являются: объективные закономерности возникновения опасных и вредных факторов в биосфере и техносфере; анатомо-физиологические способности человека переносить воздействия опасных и вредных факторов среды обитания в обычных и чрезвычайных ситуациях; средства формирования комфортных и безопасных условий жизнедеятельности и сохранения природной среды; правовые и организационные основы БЖД.

1.2. Опасность, риск, безопасность, чрезвычайные ситуации

Понятие опасности. У каждого человека свое, субъективное представление об опасностях и их возможных последствиях. Мы по-разному относимся к одной и той же опасности, а нередко не придаем ей должного значения и поступаем себе во вред. Так, более половины дорожных происшествий происходят по вине пешеходов.

Опасность – это такое воздействие, которое может причинить человеку боль, вызвать повреждение органов, стать причиной заболевания, травмы. Опасность может проявиться и в отдаленном временном периоде.

Опасности разделяются на природные и антропогенные.

Природные опасности: землетрясения, грозы, наводнения, сели, ураганы. Особый вид опасностей связан с флорой и фауной. Некоторые микро- и макроорганизмы могут вызывать опасные заболевания. Человек может быть источником опасности для других людей.

Антропологические опасности связаны с определенным видом деятельности человека, т. е. имеют свою «профессию». К ним относятся техногенные, химические, социальные и пр.

Опасности бывают непосредственные и косвенные.

Повышенная температура, влажность, скорость движения воздуха, чрезмерный шум и вибрация, электрический ток, ионизирующие излучения и т. п. действуют на живой организм непосредственно, вызывая те или иные ощущения.

Косвенные опасности воздействуют на человека не сразу, а через какой-то промежуток времени или через другие объекты и явления.

Опасности различают по величине, длительности действия, вероятности возникновения, наносимому ущербу.

Все опасности носят стохастический характер, т. е. они могут проявляться или не проявляться по отношению к человеку. Следовательно, возникает проблема определения допустимого (приемлемого) риска.

Риск – количественная оценка опасностей. Это отношение числа тех или иных неблагоприятных проявлений опасностей к их возможному числу за определенный период времени (год, месяц, час). При оценке риска могут приниматься во внимание различные категории последствий: смертельные травмы, тяжелые травмы, заболевания, материальный ущерб и т. п.

Пример 1. Ежегодно в условиях производства России погибает 8 тыс. человек. Общая численность работающих – 80 млн. человек. Риск гибели человека на производстве

Пример 2. Ежегодно в России вследствие несчастных случаев, аварий, стихийных бедствий и прочих происшествий погибает 300 тыс. человек. Общая численность населения 140 млн. человек. Риск гибели жителей страны. Ежегодно в условиях производства России травмируется 400 тыс. человек. Общая численность работающих 80 млн. человек. Риск травмирования человека на производстве. Имеются данные значений риска смерти человека для различных видов деятельности. По данным ВОЗ для группы стран (США, Швеция, Великобритания, Франция) среднее значение риска смерти мужчин составляет: от болезней –

$1 \cdot 10^{-4}$, вследствие природных катастроф $0,1 \cdot 10^{-4}$, в результате несчастных случаев $9 \cdot 10^{-4}$. Сравнение значений уровней риска, их анализ позволяют делать заключения о состоянии безопасности того или иного вида деятельности с учетом экономических, технических и гуманистических соображений.

Безопасность – состояние деятельности, при котором с определенной вероятностью (риском) исключается реализация потенциальной опасности.

Чрезвычайная ситуация – это внешне неожиданная, внезапно возникающая обстановка, характеризующаяся резким нарушением установившегося процесса или явления и оказывающая значительное отрицательное воздействие на жизнедеятельность населения, функционирование экономики, на социальную сферу и окружающую среду.

Стихийные бедствия, промышленные аварии и катастрофы на транспорте, применение противником в случае войны различных видов оружия создают ситуации, опасные для жизни и здоровья значительных групп населения. Все эти бедствия принято объединять понятием чрезвычайной ситуации (ЧС). Каждая ЧС имеет свою физическую сущность, свои причины возникновения, движущие силы, особенности воздействия на человека и среду его обитания.

1.3. Принципы, методы и средства обеспечения безопасности

Принципы обеспечения безопасности. Французский философ Гельвеций, живущий в XVIII веке, писал: «Знание некоторых принципов легко возмещает незнание некоторых фактов» (Соч. «Об уме»).

Принципы (лат. *Principium* – начало, основа) обеспечения безопасности по признаку их реализации условно делятся на 4 класса: ориентирующие, технические, управленческие, организационные.

Ориентирующие принципы представляют собой основополагающие идеи, определяющие направление поиска безопасных решений и служащие методологической и информационной базой. К ним относятся принципы системности, деструкции, ликвидации и снижения опасности, информации, классификации, нормирования, замены оператора.

Технические принципы направлены на непосредственное предотвращение действия опасных факторов, они основаны на использовании физических законов. К ним относятся принципы защиты расстоянием, экранирования, прочности, слабого звена, недоступности, блокировки, герметизации, компрессии, вакуумирования, дублирования и пр.

Управленческими называют принципы, определяющие взаимосвязь и отношения между отдельными стадиями и этапами процесса обеспечения безопасности. К ним относятся принципы плановости, контроля, управления, обратной связи, эффективности, подбора кадров, ответственности, стимулирования.

Организационные принципы реализуют положения научной организации труда. К ним относятся принципы эргономичности, защиты временем, рациональной организации труда, компенсации, несовместимости и пр.

Принципы обеспечения безопасности образуют систему, в то же время каждый принцип обладает относительной самостоятельностью. В зависимости от конкретных условий одни и те же принципы реализуются по-разному.

Методы обеспечения безопасности. Метод – это путь, способ достижения цели, исходящей из знаний общих закономерностей. Обеспечение безопасности достигается тремя основными методами: Метод А стоит в пространственном или временном разделении гомо- и ноксосферы.

Гомосфера – пространство (рабочая зона), где находится человек в процессе рассматриваемой деятельности.

Ноксосфера – пространство, в котором постоянно существуют или периодически возникают опасности.

Метод А должен обеспечивать невозможность совмещения гомосферы и ноксосферы. Это достигается средствами дистанционного управления, автоматизации, роботизации, организации и др.

Метод Б состоит в нормализации ноксосферы путем исключения опасностей. Это совокупность мероприятий, защищающих человека от шума, газа, пыли, опасности травмирования и др.

Метод В включает приемы и средства, направленные на адаптацию человека к соответствующей среде и повышение его защищенности. Этот метод реализует возможности профотбора, обучения, психологического воздействия, средств индивидуальной защиты и др. В реальных условиях реализуется комбинация названных методов.

Средства обеспечения безопасности. Средства обеспечения безопасности делятся на средства коллективной (СКЗ) и индивидуальной защиты (СИЗ). Средства обеспечения безопасности – это конструктивное, организационное, материальное воплощение, конкретная реализация принципов и методов.

Принципы, методы, средства – это логические этапы обеспечения безопасности. Выбор их зависит от конкретных условий деятельности, уровня опасности, стоимости и других критериев.

1.4. Опасные и вредные факторы среды обитания

Опасные и вредные факторы, обусловленные деятельностью человека и продуктами его труда, называются антропогенными.

Основная часть жизнедеятельности человека проходит именно в условиях антропогенных систем, так или иначе связанных с общественным производством и потреблением. В настоящее время перечень реально действующих негативных факторов значителен и насчитывает более 100 видов.

Производственная среда характеризуется различными уровнями опасных и вредных производственных факторов, а также системой информации, приходящей извне (приказы, распоряжения, инструкции и пр.).

Опасным фактором называется такое воздействие на человека, которое в определенных условиях приводит к травмам или резкому ухудшению здоровья. Если же воздействие приводит к заболеванию или снижению работоспособности, то его называют вредным фактором.

Нет строгого разделения факторов на опасные и вредные. При определенных условиях, в зависимости от длительности действия и интенсивности воздействия, тот или иной вредный фактор может стать опасным (например, шум, недостаточная освещенность и пр.).

По природе действия опасные и вредные производственные факторы подразделяются на группы (ГОСТ 12.0.003-74): физические, химические, биологические и психофизиологические факторы.

Физические факторы – это движущиеся машины и механизмы и их незащищенные подвижные части; повышенная запыленность воздуха рабочей зоны; повышенная или пониженная температура рабочей зоны; повышенный уровень шума, инфразвука, ультразвука, вибрации, электромагнитного излучения, статическое электричество, повышенное напряжение электрической цепи, отклонение от нормы параметров освещения.

Химические факторы подразделяются:

- по характеру воздействия на организм человека (общетоксические, раздражающие, sensibilizing, канцерогенные, мутагенные, влияющие на репродуктивную функцию);
- по пути проникновения в организм (через дыхательные пути, пищеварительную систему, кожный покров).

Биологические факторы – патогенные микроорганизмы (бактерии, вирусы, риккетсии, спирохеты, грибы, простейшие) и продукты их жизнедеятельности.

Психофизиологические факторы подразделяются на физические и нервно-психические перегрузки. К физическим относятся статические, динамические перегрузки; к нервно-психическим – умственное перенапряжение; перенапряжение анализаторов; монотонность труда; эмоциональные перегрузки.

По определению ВОЗ понятие жилища не ограничивается стенами здания, оно выходит за его рамки и включает придомовую территорию, микрорайон, жилой район со всеми учреждениями обслуживания. Таким образом, внутрижилищная и городская среды, тесно связанные и взаимозависимые, образуют систему «человек – жилая ячейка – здание – микрорайон – жилой район города», называемую бытовой (жилой) средой.

Бытовая (жилая) среда характеризуется:

- искусственностью, созданной деятельностью человека;
- расширенным числом потребностей людей (трудовая, общественная деятельность, учеба и самообразование, культурное развитие, развлечения, оздоровительный и спортивный отдых);
- созданием новых сооружений и коммуникаций, обеспечивающих удовлетворение настоящих и будущих потребностей людей;
- непрерывным динамизмом среды, ее изменчивостью, порождающей новые проблемы, позитивные и негативные факторы.

В быту нас сопровождает большая гамма негативных факторов: продукты сгорания природного газа, выбросы ТЭС, промышленных предприятий, автотранспорта, мусоросжигающих устройств; вода с избыточным содержанием вредных примесей; недоброкачественная пища; шум, ультразвук, вибрация, электромагнитное поле от синтетических материалов, бытовых приборов, телевизоров, дисплеев, ЛЭП, радиорелейных устройств; ионизирующее излучение в виде естественного фона, от медицинского обследования, от строительных материалов, приборов и предметов быта; медикаменты при избыточном и неправильном их применении; алкоголь, табачный дым, бактерии, аллергены и др.

По степени опасности факторы бытовой среды могут быть разделены на две основные группы:

- факторы, являющиеся действительными причинами заболеваний;
- факторы, являющиеся условиями развития заболеваний, вызываемых другими причинами.

В большинстве случаев факторы бытовой среды обладают малой интенсивностью. Они служат условиями для возникновения ряда заболеваний, и в этом их опасность.

Кроме того, неблагоприятные воздействия жилой среды на здоровье человека проявляются комплексно, для них характерен *синергизм* – усиление взаимного действия факторов на организм, что затрудняет оценку качества жилой среды.

Шумовое загрязнение среды обитания – это физическое загрязнение окружающей среды, адаптация к которому практически невозможна. В городах уровни промышленных и транспортных шумов возрастают за каждые 5-10 лет в среднем на 5-10 дБ. Большую опасность представляют инфразвуки, проникающие через самые толстые стены и вызывающие многие нервные болезни городских жителей.

Искусственные электромагнитные излучения во много раз превышают средние уровни естественных полей. Источниками ЭМП являются радиопередающие устройства, линии электропередач и другие устройства. ЭМП нарушают физические функции живого организма, они особенно опасны для эмбрионов.

Энергетический уровень естественных факторов практически стабилен, в то время как антропогенные факторы характеризуются непрерывным повышением своих энергетических показателей.

1.5. Вопросы для самоконтроля

- 1) Что является объектом изучения предмета?
- 2) На какие виды делятся опасности?
- 3) Назовите основные принципы обеспечения безопасности?

1.6. Используемые информационные ресурсы.

- Методы и средства обеспечения безопасности труда в машиностроении. Учеб. для вузов / В. Г.Еремин, В. В. Сафронов, А. Г.Схиртладзе, Г. А. Харламов; Под ред. Ю. М. Соломенцева. – М.: Высш. школа, 2000 – 326 с.
- Курдюмов В. И., Зотов Б. И. Проектирование и расчет средств обеспечения безопасности. – М. : Колос, 2005. – 216 с.
- Сердюк В. С., Стищенко Л. Г. Медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности. Учеб. пособие. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2003. – 240 с

Тема 2. Микроклимат производственных и непроизводственных помещений

2.1. Климат помещений, его параметры

Большую часть своей жизни человек проводит в помещении: дома, на работе, в транспорте. Его здоровье, самочувствие, работоспособность в значительной мере определяются состоянием теплового комфорта помещения. Требования теплового комфорта являются определяющими при выборе ограждающих конструкций зданий, систем отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха.

Микроклимат помещений – это климат внутренней среды, определяемый действующими на организм человека сочетаниями температуры, влажности, скорости движения воздуха, а также температуры окружающих поверхностей.

Повышенная температура воздуха способствует быстрому утомлению работающих, снижению скорости реакций. Низкая температура может привести к простудным заболеваниям. Общее переохлаждение организма приводит к снижению уровня обмена веществ, недостатку снабжения тканей кислородом, отморожению.

Для защиты от переохлаждений открытые участки тела (уши, кисти рук, лицо) снабжены разветвленной сетью артерий и вен, по которым могут протекать большие массы теплой крови. При резком охлаждении частей тела со стороны ЦНС подается команда на усиление кровенаполнения на переохлажденных местах.

Движение воздуха в среде обитания при низких температурах и, особенно, при повышенной влажности оказывает существенное влияние на процесс терморегуляции организма, приводит к охлаждению, к простудным заболеваниям. Человек воспринимает движение воздуха при скорости около 0,25 м/с; скорость движения воздуха менее 0,1 м/с ощущается человеком как застой.

В случае, когда физическая терморегуляция исчерпывает свои возможности, включается механизм химической терморегуляции, проявляющейся в виде неприятных мышечных сокращений (дрожание). Таким образом подается команда мышцам на увеличение теплообразования.

При высоких температурах повышение скорости движения воздуха оказывает благоприятное действие, способствуя быстрейшему отводу тепла и влаги конвективным путем.

При оценке влажности используется относительная величина, выраженная в процентах, т. е. отношение содержания водяных паров в единице объема данного воздуха к содержанию паров в условиях полного насыщения воздуха при данной температуре.

Влажность ϕ (%) оказывает особенное влияние на организм человека в сочетании с температурой. При повышенной влажности происходит интенсивный процесс перегрева организма за счет сокращения отвода тепла от организма потовыделением (испарением).

Пониженная влажность при высоких температурах способствует отводу тепла потовыделением, поэтому жара легче переносится в тех местах, где воздух более сухой. Повышенная влажность и пониженная температура оказывают значительное охлаждающее действие.

Физиологические наблюдения за организмом позволили определить «эффективные» и «эффективно эквивалентные» температуры, характеризующие совокупное воздействие температуры, влажности, скорости движения воздуха на организм людей.

2.2. Теплообмен организма человека со средой обитания

Теплообмен – это совокупность процессов теплообразования (теплопродукции) и теплопотерь (теплоотдачи) человеческого тела.

В комфортных условиях теплоотдача равна теплообразованию, а температура тела сохраняется постоянной без напряжения терморегуляционной системы.

Теплопродукция человеческого тела, в основном, зависит от рода деятельности, в некоторой степени связана с возрастом и полом человека, но с технической точки зрения неуправляема. В организме человека протекают метаболические процессы, в ходе которых энергия освобождается в виде тепла и полезной работы мышц. Величину производимой энергии определяют по количеству потребляемого кислорода.

Метаболизм (обмен веществ) – это совокупность процессов, связанных с поглощением, хранением и выделением продуктов жизнедеятельности организма.

Передача тепла во внешнюю среду с поверхности тела происходит путем конвекции, теплового излучения, теплопроводности, испарения.

Конвекция – это процесс непосредственной отдачи тепла открытыми поверхностями тела воздуху окружающей зоны. Понижение температуры и подвижность воздуха ускоряют процесс конвекции.

Тепловое излучение – это отдача тепла от поверхности тела в направлении поверхностей, имеющих более низкую температуру.

Теплопроводность – это отдача тепла при соприкосновении поверхности тела с охлажденными или нагретыми частями оборудования.

Испарение – основной путь отдачи тепла организмом при повышенной температуре, особенно в тех случаях, когда температура тела человека близка температуре окружающей среды. Это отвод из организма ненужного ему тепла. При потовыделении вместе с водой из организма удаляются соли, витамины, сгущается кровь, повышается количество гемоглобина, содержание сахара и кальция, понижается кислотность желудочного сока, усиливается расход углеводов и распад белков. Обильное потовыделение может привести к нарушению водного и солевого баланса в организме.

Теплоотдача человеческого тела в большей степени зависит от одежды, а также от совместного влияния температуры, относительной влажности, скорости движения воздуха, среды обитания.

2.3. Гигиеническое нормирование параметров микроклимата помещений

Нормирование параметров микроклимата производственных помещений осуществляется в соответствии с СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» в зависимости от периода года, от категории тяжести выполняемой работы.

Различают два периода года: холодный со среднесуточной температурой наружного воздуха ниже $+10^{\circ}\text{C}$; теплый – с температурой, равной $+10^{\circ}\text{C}$ и выше.

Категории работ в зависимости от интенсивности энергозатрат организма в ккал/ч (Вт) подразделяются на легкие работы (категории Ia и Ib), работы средней тяжести (категории IIa и IIb) и тяжелые работы (категория III).

К категории Ia относятся работы с интенсивностью энергозатрат до 139 Вт, производимые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением (ряд профессий на предприятиях точного приборо- и машиностроения, на часовом, швейном производствах, в сфере управления и т. п.).

К категории Ib относятся работы с интенсивностью энергозатрат 140-174 Вт, производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим напряжением (ряд профессий в полиграфической промышленности, на предприятиях связи, контролеры, мастера в различных видах производства и т. п.).

К категории IIa относятся работы с интенсивностью энергозатрат 175-232 Вт, связанные с постоянной ходьбой, перемещением мелких (до 1 кг) изделий или предметов в положении стоя или сидя и требующие определенного физического напряжения (ряд профессий в механосборочных цехах машиностроительных предприятий, в прядильно-ткацком производстве и т. п.).

К категории Пб относятся работы с интенсивностью энергозатрат 233-290 Вт, связанные с ходьбой, перемещением и переноской тяжестей до 10 кг и сопровождающиеся умеренным физическим напряжением (ряд профессий в механизированных литейных, прокатных, кузнечных, термических, сварочных цехах машиностроительных и металлургических предприятий и т. п.).

К категории III относятся работы с уровнем энергозатрат более 290 Вт, связанные с постоянными передвижениями, перемещением и переноской значительных (свыше 10 кг) тяжестей и требующие больших физических усилий (ряд профессий в кузнечных цехах с ручной ковкой, литейных цехах с ручной набивкой и заливкой опок машиностроительных и металлургических предприятий и т.п.).

Нормирование параметров микроклимата осуществляется для оптимальных и допустимых метеорологических условий.

Оптимальные микроклиматические условия определяются сочетанием параметров микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека обеспечивают сохранение нормального функционального и теплового состояния организма без напряжения терморегуляции. Они создают ощущение теплового комфорта.

Допустимые микроклиматические условия определяются сочетанием параметров микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека могут вызвать переходящие и быстро нормализующиеся изменения функционального и теплового состояния организма и напряжение реакций терморегуляции, не выходящие за пределы физиологических приспособительных возможностей. При этом не возникает повреждений или нарушений состояния здоровья, но могут наблюдаться дискомфортные теплоощущения, ухудшение здоровья, понижение работоспособности.

Контроль состояния воздушной среды. Для оценки состояния воздушной среды производственных помещений производится количественный анализ каждого из ее параметров и сравнивается с нормируемыми значениями.

Измерение температуры воздуха производится ртутным или спиртовым термометром. Для текущей записи температуры воздуха используется термограф.

Определение влажности воздуха производится по показаниям стационарного или аспирационного психрометра.

Скорость движения воздуха измеряется механическими анемометрами (крыльчатыми и чашечными) и термоанемометрами. В настоящее время стали применяться цифровые анемометры с диапазоном измерения скорости воздушного потока $0,3 \div 5,0$ м/с или $1,0 \div 20,0$ м/с.

2.4. Системы обеспечения параметров микроклимата и состава воздуха

Для обеспечения требуемых параметров микроклимата в помещениях используются системы вентиляции и кондиционирования воздуха, а также различные отопительные устройства.

Вентиляция помещений достигается удалением из них нагретого или загрязненного воздуха и подачей чистого наружного воздуха.

Кондиционированием воздуха называется создание и автоматическое поддержание в помещениях независимо от внешних метеорологических условий постоянных или изменяющихся по определенной программе температуры, влажности, чистоты и скорости движения воздуха, сочетание которых создает комфортные условия для человека. Кондиционеры подразделяются на центральные и местные, автономные и неавтономные.

Известно, что в атмосферном воздухе присутствуют ионы кислорода, количество которых резко возрастает после гроз, в силу чего воздух воспринимается нами как особенно свежий. Однако системы вентиляции и кондиционирования лишают воздух ионов, поскольку они нейтрализуются на стенках металлических воздухопроводов и в системах

влажнорегулирования. Это приводит к ухудшению самочувствия людей, появлению слабости, вялости, замедлению реакций на внешние раздражители и пр.

Нормализация степени ионизации воздуха осуществляется с помощью ионизаторов.

В системах вентиляции для исключения явления нейтрализации ионов рекомендуется использовать воздуховоды из неметаллических материалов (полимеры, керамика).

Измерение количества ионов в воздухе производится с помощью счетчиков аэронов (САИ).

Для поддержания заданной температуры воздуха в помещениях в холодный период года используют различные системы отопления: водяные, паровые, воздушные, комбинированные.

В системах водяного отопления в качестве теплоносителя применяют техническую воду, нагретую до 100 °С. Эти системы устраивают в жилых, общественных и производственных помещениях, они наиболее эффективны в санитарно-гигиеническом отношении.

Системы парового отопления применяются, как правило, в промышленных помещениях. Теплоносителем в них является водяной пар низкого или высокого давления.

В воздушных системах в качестве теплоносителя используется нагретый в специальных установках (калориферах) воздух.

2.5. Вопросы для самоконтроля

- 1) Назовите пути передачи тепла с организма во внешнюю среду?
- 2) Какими приборами измеряется скорость движения воздуха?
- 3) Что такое кондиционирование воздуха?
- 4) Какими приборами измеряется температура воздуха?

2.6. Используемые информационные ресурсы.

- Давиденко В.А., Давиденко Р. В, Русак О.Н. Основы безопасности: Конспект лекций. – СПб: Изд-во МАНЭБ, 2005. – 259 с.
- Глебова Е. В. Производственная санитария и гигиена труда: Учеб. пособие для вузов. – М.: Высш. школа, 2005. – 383 с.

Тема 3. Вредные, отравляющие и ядовитые вещества

3.1. Классификация вредных веществ

Под воздействием ВОЯВ в организме могут возникать нарушения в виде острых и хронических отравлений.

Острые отравления относятся к несчастным случаям и возникают под воздействием больших доз токсичных веществ.

Хронические отравления возникают при постепенном поступлении в организм небольших количеств токсичных веществ и приводят к заболеваниям. Хронические отравления вызываются обычно веществами, обладающими свойствами накапливаться в организме (свинец, ртуть).

По степени воздействия на организм человека ВОЯВ разделяются на четыре класса опасности: 1 – чрезвычайно опасные (ртуть, свинец и др.); 2 – высокоопасные (бензол, йод, медь, хлор, серная кислота и др.); 3 – умеренно опасные (метиловый спирт, дихлорэтан и др.); 4 – малоопасные (ацетон, аммиак, бензин и др.).

ВОЯВ классифицируются по их токсическому действию на организм следующими группами:

- нервные – вызывающие расстройство нервной системы, мышечные судороги, паралич (углеводороды, спирты, анилин, сероводород, аммиак и др.);
- раздражающие – поражающие верхние и глубокие дыхательные пути (хлор, аммиак, окислы азота, туманы кислот, ароматические углеводороды и др.);
- прижигающие и раздражающие кожу и слизистые оболочки (неорганические и органические кислоты, щелочи, ангидриды и др.);
- нарушающие структуру ферментов (синильная кислота, мышьяк, соли ртути и др.);
- печеночные (хлорированные углеводороды, бромбензол, фосфор, селен и др.);
- мутагенные (хлорированные углеводороды, оксид этилена, этиленамин и др.);
- кровяные – вызывающие изменения в реактивной способности организма (алкалоиды, соединения никеля и др.);
- канцерогенные (каменноугольная смола, ароматические амины, бензапирен и др.).

Воздействие пыли на организм человека зависит не только от ее химического состава, но и от дисперсности, формы частиц. Более опасна высокодисперсная смесь, размером частиц до 5 мкм, а также острокраевая.

3.2. Пути проникновения в организм и механизм их действия

ВОЯВ по пути проникновения в организм человека подразделяются на действующие через дыхательные пути, желудочно-кишечный тракт и кожный покров.

Поступление ядов через дыхательные пути – наиболее распространенный и опасный путь. Огромная всасывающая поверхность легочных альвеол (90-100 м²) и незначительная толщина альвеолярных мембран (0,001-0,004 мм) создают исключительно благоприятные условия для проникновения газообразных и парообразных веществ в кровь. К тому же яд из легких попадает непосредственно в большой круг кровообращения, минуя обезвреживание в печени.

Путь поступления яда через желудочно-кишечный тракт несколько менее опасен, так как большая часть, всасывающаяся через кишечную стенку, попадает в печень, где задерживается и обезвреживается. Часть необезвреженного яда выделяется из организма с желчью и удаляется с калом.

Путь поступления яда через кожу также опасен, так как в этом случае химические вещества поступают прямо в большой круг кровообращения.

Проникшие в организм тем или иным путем химические вещества подвергаются в нем различного вида превращениям (окислению, восстановлению, гидролитическому

расщеплению), которые чаще всего делают их менее токсичными и способствуют их выделению из организма. Основными путями выделения являются легкие, почки, кишечник, кожа, молочные и слюнные железы. Через легкие выделяются летучие вещества, не изменяющиеся в организме: бензин, бензол, этиловый эфир, ацетон, сложные эфиры. Через почки выделяются хорошо растворимые в воде вещества. Через желудочно-кишечный тракт выделяются все трудно растворимые вещества, в основном металлы – свинец, ртуть, марганец. Некоторые яды могут выделяться с грудным молоком (свинец, ртуть, мышьяк, бром), что создает опасность отравления вскармливаемых детей.

Существенное значение имеет соотношение между поступлением яда в организм и его выделением или превращением. Если выделение или превращение происходит медленнее, чем его поступление, то яд накапливается в организме и может длительно действовать – свинец, ртуть, фтор, фосфор, мышьяк, образующие в организме депо, в котором они находятся в неактивном состоянии. Так, свинец откладывается в костях, ртуть – в почках, марганец – в печени. Под влиянием различных причин (болезнь, алкоголь, травма) яды из депо могут вновь поступать в кровь.

Для проявления токсического действия яда имеет большое значение степень растворимости вещества. Чем выше степень растворимости вещества в жидкостях организма, тем выше его токсичность.

В некоторых условиях имеет место одновременное воздействие на человека нескольких веществ. Например, совместное действие окиси углерода и сернистого ангидрида, сочетание окиси углерода и окислов азота. Возможны три основных типа одновременного действия ядов: усиление одним веществом токсического действия другого; ослабление одним веществом действия другого и суммирование, когда собственное действие нескольких веществ просто складывается. В производственных условиях часто наблюдаются все три типа одновременного действия, однако чаще имеет место суммарный эффект.

Важное значение для проявления токсического действия вещества имеет состояние микроклимата. Так, установлено, что высокая температура воздуха повышает опасность отравления некоторыми ядами. Например, в летнее время отравления амидо- и нитросоединениями бензола встречаются чаще, чем зимой. Повышение температуры усиливает также опасность отравления бензолом, окисью углерода. Повышение влажности воздуха усиливает действие соляной кислоты, фтористого водорода.

Большинство ядов оказывает общее токсичное действие на организм в целом. Это не исключает, однако, возможности преимущественного действия отдельных ядовитых веществ на отдельные органы и системы. Так, метиловый спирт преимущественно поражает зрительный нерв, бензол является ядом для кроветворных органов.

3.3. Вентиляционные системы и их классификация

Вентиляция – это система устройств для удаления из помещения избыточного тепла, влаги, пыли, вредных газов и паров и создания микроклимата в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.005-88.

С помощью вентиляции создаются благоприятные условия для работы, благодаря которым уменьшается утомляемость человека, повышается производительность труда. В ряде случаев вентиляция обеспечивает и нормальное протекание производственных процессов.

Классификация систем вентиляции

В зависимости от побудителя, обеспечивающего смену воздуха, различают:

- естественную вентиляцию (гравитационную), при которой перемещение воздуха осуществляется за счет разности температур воздуха снаружи и внутри помещения и ветрового подпора (через форточки, фрамуги, панели и пр.);
- искусственную (механическую), при которой воздух перемещается с помощью вентиляторов, создающих определенное давление и обеспечивающих перемещение воздуха по воздуховодам;
- смешанную.

Естественная вентиляция обеспечивает приток воздуха в помещение через окна, форточки (проветривание), через неплотности в их притворах (инфильтрация) либо путем использования дефлекторов. Организованная (приточно-вытяжная) естественная вентиляция называется аэрацией.

При механической вентиляции воздух, всасываемый из атмосферы, после очистки и подогрева поступает по воздуховодам в помещение. Так осуществляется приточная вентиляция. Если теплый воздух, содержащий водяные пары или вредные вещества, отводится из помещения, то такая вентиляция называется вытяжной.

При объединении приточной и вытяжной ветвей вентиляции образуется вентиляция приточно-вытяжная. Наиболее эффективна и экономична приточно-вытяжная вентиляция с рециркуляцией воздуха, в которой часть удаляемого из помещения воздуха используется в системе приточной вентиляции после локальной очистки. В этом случае рециркулирующий воздух разбавляется свежим воздухом, поступающим из атмосферы, что позволяет снизить расходы на нагрев атмосферного воздуха в холодный период года.

По месту действия вентиляция бывает

- общеобменной, при которой осуществляется смена воздуха (воздухообмен) в объеме всего помещения;
- местной, при которой удаление вредных веществ (газов, пыли и пр.) производится от мест их образования, в определенной части объема помещения.

Общеобменные системы могут быть приточными (вытяжка происходит естественным путем из-за повышенного давления в помещении), вытяжными (приток происходит за счет подсоса воздуха из-за разреженности в помещении) и приточно-вытяжными (организуется и приток, и вытяжка).

Местные системы вентиляции могут быть либо вытяжными (зонты, шкафы, панели, бортовые отсосы и пр.), либо приточными (воздушные и воздушно-тепловые завесы, души и пр.). Воздушные и воздушно-тепловые завесы устанавливаются в дверных проемах в холодное время года. Воздушный поток (комнатной температуры или подогретый) направляется под углом к холодному воздушному потоку, поступающему извне помещения. В результате снижается скорость и изменяется направление холодного воздушного потока, он подогревается.

Воздухообмен, кратность воздухообмена. Проектирование вентиляции начинается с определения воздухообмена для данного помещения или рабочего места.

Воздухообмен L ($\text{м}^3/\text{ч}$) – количество (объем) вентиляционного воздуха, в единицу времени необходимого для обеспечения воздушной среды на определенном санитарно-гигиеническом уровне и удовлетворяющего технологическим требованиям производственных помещений.

Отношение воздухообмена к объему помещения дает величину кратности воздухообмена для данного помещения, $1/\text{ч}$:

$$\pm n = \frac{L}{V}.$$

(3.1)

Знак (+) соответствует воздухообмену по притоку, знак (-) – по вытяжке.

Расчет воздухообмена. В помещениях с избытком теплоты требуемый воздухообмен, м³/ч, рассчитывается по формуле

$$L_{\text{ТРЕБ}} = \frac{Q_{\text{ИЗБ}}}{C_{\text{В}} \cdot \rho_{\text{В}} \cdot (t_{\text{УД}} - t_{\text{ПР}})},$$

(3.2)

где $Q_{\text{ИЗБ}}$ – избыточный тепловой поток, отводимый из помещения вентиляцией, Дж/м³с, представляющий собой разность между тепловым потоком $Q_{\text{ВЫД}}$, выделенным в помещение различными источниками (технологическое оборудование, искусственное освещение, живые организмы, солнечное излучение, отопительная система и пр.), и тепловым потоком $Q_{\text{ТЕР}}$, теряемым наружным ограждением:

$$Q_{\text{ИЗБ}} = Q_{\text{ВЫД}} - Q_{\text{ТЕР}};$$

$C_{\text{В}}$ – удельная теплоемкость воздуха при постоянном давлении, кДж/кг·°К; $\rho_{\text{В}}$ – плотность воздуха, кг/м³; $t_{\text{УД}}$, $t_{\text{ПР}}$ – температура удаляемого и приточного воздуха, °С.

В стандартных условиях при атмосферном давлении, равном 100 кПа, и температуре, равной $t = 20$ °С, $\rho_{\text{В}} = 1,2$ кг/м³.

В помещениях с избыточным влаговыведением потребный воздухообмен рассчитывается по формуле

$$L_{\text{ТРЕБ}} = \frac{W}{(d_{\text{УД}} - d_{\text{ПР}}) \cdot \rho_{\text{В}}},$$

(3.3)

где W – количество влаги, выделяемое в помещении в единицу времени, г/ч, и подлежащее удалению; $d_{\text{УД}}$, $d_{\text{ПР}}$ – влагосодержание удаляемого и приточного воздуха, г/кг.

В помещениях с выделением вредных газообразных продуктов или пыли, сосредоточенных у отдельных машин или на ограниченных площадях, целесообразно применение местных отсосов.

Потребный воздухообмен для удаления вредных веществ в виде газов, пыли рассчитывается по формуле

$$L_{\text{ТРЕБ}} = \frac{B}{K_{\text{УД}} - K_{\text{ПР}}},$$

(3.4)

где B – количество газа или пыли, выделяющееся в помещении, м³/ч, и определяемое экспериментально либо расчетом по характеристикам технологического процесса и выделяющихся веществ; $K_{\text{УД}}$, $K_{\text{ПР}}$ – соответственно концентрации вредных веществ в удаляемом и приточном воздухе, причем должно выполняться условие, что $K_{\text{ПР}} < 0,3$ ПДК.

При одновременном выделении в воздух рабочей зоны нескольких вредных веществ потребный воздухообмен общеобменных систем вентиляции принимается по ведущему фактору (по большему потребному объему вентиляционного воздуха).

Для помещения с нормальным микроклиматом, при отсутствии вредных веществ или содержании их в пределах норм, воздухообмен определяется как

$$L = N \cdot L_0,$$

(3.5)

где N – число людей; L_0 – расход воздуха на одного человека, м³/ч.

Если на одного человека приходится менее 20 м³ объема помещения, то $L_0 = 30$ м³/ч, если на одного работающего приходится 20 м³ и более, то $L_0 = 20$ м³/ч.

Вентиляторы, приводные электродвигатели. Вентилятор, являющийся основным элементом системы, представляет собой машину, создающую разность давлений воздуха. Под влиянием разности давлений, развиваемой вентилятором, воздух стремится двигаться по всем элементам вентиляционной установки по направлению от большего давления к меньшему.

Если произвести измерения давления внутри воздуховодов в различных точках вентиляционной установки, то обнаружится, что на всех участках от воздухозаборного отверстия до вентилятора наблюдается разрежение, то есть давление в воздуховодах меньше окружающего атмосферного. Через любое отверстие в воздуховоде воздух подсасывается. Чем ближе к вентилятору, тем больше величина разрежения, и наибольшее разрежение наблюдается во всасывающем отверстии вентилятора. Под влиянием разрежения в вентиляторе воздух из атмосферы подтекает к вентилятору.

На всех участках после вентилятора и до места выхода воздуха в помещение наблюдается повышенное давление. Через отверстия в воздуховоде воздух выходит в окружающую среду. Наибольшее давление наблюдается в выхлопном отверстии вентилятора.

Участки установки от места забора воздуха до вентилятора образуют всасывающую часть сети. Участки от вентилятора до места выхода в помещение или в атмосферу образуют нагнетательную часть сети.

По своей конструкции вентиляторы бывают осевые и центробежные (рис. 4.1). Вентиляторы выпускаются разных размеров, причем номер вентилятора представляет собой диаметр рабочего колеса, выраженного в дециметрах. Применяются вентиляторы от № 3 до № 20.

Шахты для забора воздуха, воздуховоды, фасонные части. Шахты для забора воздуха обеспечивают поступление чистого атмосферного воздуха. Шахты устанавливаются на крыше, чердаке здания либо на наружной боковой стене на высоте не менее 2 м от земли. Воздухозаборные отверстия снабжаются неподвижными решетками с наклонными планками, защищающими отверстие от атмосферных осадков.

Части воздуховодов соединяются между собой разнообразными элементами, выполняющими роль переходных деталей. К ним относятся колена, отводы, тройники, диффузоры, крестовины и пр.

С целью снижения скорости воздушной среды (до 0,3-0,5 м/с) в месте выхода воздуха в помещение устанавливаются воздухораспределители – устройства в виде решеток, насадок, патрубков, перфорированных панелей и пр.

Требования к системе вентиляции. Объем воздуха, удаляемый из помещения вытяжными вентиляционными системами, должен компенсироваться организационным притоком чистого воздуха. При устройстве вытяжной вентиляции недопустимо объединять в общую установку отсос пыли и легкоконденсирующихся паров, а также веществ, которые при смешении могут образовать ядовитые соединения или легко воспламеняющуюся (взрывоопасную) смесь.

Шум, возникающий от работы вентиляционных установок, не должен увеличивать производственный шум в помещении выше уровня, допустимого для этих помещений. С целью уменьшения шума, создаваемого вентиляционной системой, следует добиваться выполнения условия

$$\pi Dn < 1800,$$

(3.6)

где D – диаметр рабочего колеса вентилятора, м; n – число оборотов в минуту; π – число 3,14.

Вентиляционные установки должны иметь паспорта и периодически испытываться. Для обеспечения нормальной эксплуатации вентиляционного хозяйства приказом по предприятию назначается ответственное лицо.

В практике эксплуатации вентиляционных систем нередко возникает задача повышения производительности вентиляции. Решая эту задачу, необходимо помнить, что производительность вентиляторов прямо пропорциональна скорости его вращения, полное давление – квадрату скорости, а потребляемая мощность – кубу скорости вращения.

3.4. Вопросы для самоконтроля

- 1) На какие классы делятся вредные вещества?
- 2) Что такое вентиляция?
- 3) Назовите классификацию и основные виды вентиляций?
- 4) Как рассчитывается потребный воздухообмен в помещении?

3.5. Используемые информационные ресурсы.

- Давиденко В.А., Давиденко Р. В, Русак О.Н. Основы безопасности: Конспект лекций. – СПб: Изд-во МАНЭБ, 2005. – 259 с.
- <https://www.google.ru/=newwindow=1&q>

Тема 4. Производственное освещение

4.1. Основные светотехнические величины

Свет – это видимое электромагнитное излучение в диапазоне длин волн 380 – 760 нм, которое, попадая на сетчатку глаза, вызывает зрительное ощущение.

Освещение производственных помещений характеризуется количественными и качественными показателями.

Световой поток F характеризует мощность светового излучения. Единица измерения – люмен (лм). Измерение основано на зрительном восприятии.

Сила света I – световой поток dF , распространяющийся внутри телесного угла $d\Omega$:

$$I = dF / d\Omega.$$

(4.1)

Единица измерения – кандела (кд).

Яркость L – отношение силы света dI , излучаемого в рассматриваемом направлении, к площади освещенной поверхности dS :

$$L = dI / dS \cos \alpha,$$

(4.2)

где α – угол между нормалью к элементу поверхности dS и направлением, для которого рассчитывается яркость. Единица измерения – кандела на квадратный метр (кд/м²).

Освещенность E – отношение светового потока dF , падающего на элемент поверхности, к площади этого элемента dS :

$$E = dF / dS.$$

(4.3)

Единица измерения – люкс (лк).

Фон – поверхность, непосредственно прилегающая к объекту различения. Фон характеризуется коэффициентом отражения ρ и считается светлым при $\rho > 0,4$; средним – при $\rho = 0,2 - 0,4$ и темным, если $\rho < 0,2$.

Контраст объекта различения с фоном K характеризуется соотношением яркостей фона и объекта:

$$K = (L_O - L_\Phi) / L_\Phi,$$

(4.4)

где L_O и L_Φ – соответственно яркости объекта и фона. Контраст считается малым при $K < 0,2$, средним – при $0,2 \leq K \leq 0,5$, большим – при $K > 0,5$.

Блескость – повышенная яркость светящихся поверхностей, вызывающая нарушение зрительных функций, т. е. ухудшение видимости объектов.

Видимость V характеризует способность глаза воспринимать объект:

$$V = K / K_{\text{пор}},$$

(4.5)

где K – контраст между объектом и фоном; $K_{\text{пор}}$ – пороговый контраст – это контраст, когда объект едва различим на фоне.

Коэффициент пульсации K_p – оценка относительной глубины колебаний освещенности в результате изменения во времени светового потока источника света при питании его переменным током:

$$K_p = (E_{\text{max}} - E_{\text{min}}) \cdot 100 / (2 \cdot E_{\text{cp}}),$$

(4.6)

где E_{max} , E_{min} , E_{cp} – соответственно максимальное, минимальное и среднее значения освещенности за период ее колебаний.

Показатель ослепленности P – критерий оценки слепящего действия, создаваемого осветительной установкой.

$$P = (V_1 / V_2 - 1) \cdot 1000,$$

(4.7)

где V_1 , V_2 – соответственно видимость при экранировании и при наличии блестящих источников в поле зрения.

Требования, предъявляемые к освещению. С целью обеспечения комфортности и безопасности человеческого организма в среде обитания к освещению предъявляются определенные требования.

1. Освещенность на рабочем месте должна соответствовать характеру зрительной работы, который определяется следующими тремя параметрами:

- размер объекта различения;
- фон;
- контраст объекта различения с фоном.

2. Яркость объекта и фона не должны отличаться более чем в 3 – 5 раз.

3. Не должно быть резких теней на рабочем месте.

4. Освещенность должна быть постоянной во времени.

5. В поле зрения должна отсутствовать прямая и отраженная блескость.

6. Световой поток должен быть рационально направлен.

7. На рабочем месте должен быть обеспечен необходимый спектральный состав.

8. Осветительные установки должны быть безопасны и просты в эксплуатации, а также соответствовать нормам эстетики.

4.2. Классификация систем освещения

В зависимости от источника света освещение бывает естественным, искусственным и совмещенным.

Источник естественного (дневного) света – поток лучистой энергии солнца, доходящий до земной поверхности в виде прямого и рассеянного света. Естественное освещение является наиболее гигиеничным. Если по условиям зрительной работы оно оказывается недостаточным, то используют совмещенное освещение.

По конструктивному исполнению **системы естественного освещения** бывают боковые, верхние и комбинированные.

Система искусственного освещения может быть: общей, когда светильники размещены в верхней части помещения, и комбинированной, когда к общему освещению добавляется местное, причем общее освещение в системе комбинированного должно составлять не менее 10 % и не менее 200 лк при газоразрядных лампах или 75 лк при лампах накаливания. Местное освещение самостоятельно от общего не применяется.

По функциональному назначению искусственное освещение подразделяют на следующие **виды**: рабочее, аварийное, эвакуационное, охранное, дежурное, эритемное, бактерицидное.

Рабочее освещение обязательно во всех помещениях и на освещаемых территориях для обеспечения нормальной работы и движения транспорта. Оно обеспечивает нормируемое освещение на рабочих местах.

Аварийное освещение устраивают для продолжения работы, когда прекращение работы при выходе из строя рабочего освещения может вызвать взрыв, пожар, отравление людей, нарушение технологического процесса и т.д. Оно составляет не менее 5 % от рабочего и предусматривается для продолжения работы, когда ее прекращение при выходе из строя рабочего освещения может привести к тяжелым последствиям.

Эвакуационное освещение предназначено для эвакуации людей из производственных помещений при авариях и при отключении рабочего освещения; организуется в местах, опасных для прохода людей: на лестничных клетках, вдоль основных проходов производственных помещений, где работает 50 и более человек. Минимальная освещенность на полу основных проходов и на ступеньках должна быть не менее 0,5 лк.

Охранное и дежурное освещение должно обеспечивать несение дежурства и охраны в помещениях и на территории в нерабочее время.

Эритемное освещение используется для компенсации недостатка солнечного излучения. Оно стимулирует обмен веществ, кровообращение, дыхание и другие функции организма.

Бактерицидное освещение используется для обеззараживания воздуха помещений, например операционных в больницах.

Источники искусственного освещения. В осветительных установках, предназначенных для освещения предприятий, применяют лампы накаливания и газоразрядные лампы.

Лампы накаливания относятся к тепловым источникам света. Нить накала под действием электрического тока нагревается до высокой температуры и излучает поток лучистой энергии. Лампы накаливания имеют низкую стоимость, удобны в эксплуатации, имеют низкую инерционность при включении, надежны при колебаниях напряжения и при различных метеорологических условиях, но имеют и ряд недостатков: малую светотдачу 7-20 лм/Вт; преобладание в спектре желтых и красных излучений; малый срок службы (до 2000 ч); большой нагрев поверхности (до 140 °С), делающий их пожароопасными.

Галогенные лампы накаливания наряду с вольфрамовой нитью содержат в колбе пары того или иного галогена (например, йода), который повышает температуру накала нити, т.е. светотдачу, и практически исключает испарение, увеличивая срок службы лампы.

Газоразрядные лампы имеют ряд преимуществ перед лампами накаливания. Световая отдача их достигает 135 лм/Вт, срок службы – до 10000 ч, температура поверхности при работе 30 – 60 °С, имеется возможность получения света в любой части спектра. Недостатки газоразрядных ламп: сложность включения в сеть, связанная с необходимостью применения специальных пусковых устройств; длительный период разгорания; зависимость светотдачи от температуры окружающего воздуха; наличие радиопомех; значительная пульсация светового потока, что ведет к появлению стробоскопического эффекта.

Уменьшение пульсации светового потока достигается включением в разные фазы сети переменного тока трех ламп в светильнике; применением двухламповых светильников с искусственным сдвигом фаз; питанием током повышенной частоты.

Светильник – это световой прибор, состоящий из источников света и осветительной арматуры. Осветительная арматура служит для перераспределения светового потока таким образом, чтобы его основная часть падала на заданную поверхность, обеспечивая защиту глаз человека от ослепления. Кроме того, арматура предохраняет источники света от воздействия среды, от повреждения.

Для люминесцентных ламп применяются преимущественно многоламповые светильники. Это дает возможность использовать специальные схемы включения ламп с целью уменьшения пульсации светового потока.

4.3. Нормирование освещения

Нормирование освещения осуществляется по СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение».

Искусственное освещение. В действующих нормах установлены количественные величины – минимальная освещенность E , а также качественные – показатель ослепленности P и коэффициент пульсации K_n . Абсолютное значение уровня освещенности E нормируется в зависимости от характеристики зрительной работы, которая определяется объектом различения (наименьший размер рассматриваемого предмета, отдельная его часть или дефект, который необходимо различать в процессе работы), характеристикой *фона* (поверхность, прилегающая непосредственно к объекту различения), контрастом между объектом различения и фоном (соотношение яркостей рассматриваемого объекта и фона), типом источника света и системой освещения. Показатель ослепленности P , с целью

ограничения слепящего действия светильников общего освещения, не должен превышать 20 – 80 в зависимости от точности зрительных работ и продолжительности пребывания людей в помещении.

Допустимый коэффициент пульсации K_n газоразрядных ламп, питаемых током промышленной частоты 50 Гц, не должен превышать 10 – 20 %.

Естественное освещение. Вследствие непостоянства естественного освещения в течение дня и в различное время года его оценка осуществляется по относительной величине – коэффициенту естественной освещенности КЕО, %. КЕО – это отношение естественной освещенности, создаваемой в заданной точке внутри помещения светом неба E_e , к освещенности горизонтальной поверхности, создаваемой в то же время светом полностью открытого небосвода E_n :

$$e = (E_e/E_n) \cdot 100. \quad (4.8)$$

Нормируемое значение КЕО e_n определяется в зависимости от характеристики зрительной работы и системы освещения. Для учета особенностей светового климата в разных районах Российской Федерации КЕО следует определять по формуле

$$e_N = e_n \cdot m_N,$$

где e_N – номер группы обеспеченности естественным светом; e_n – нормированное значение КЕО; m_N – коэффициент светового климата.

N зависит от ориентации световых проемов по сторонам горизонта; m_N зависит от номера группы административного района.

При одностороннем боковом естественном освещении нормируется КЕО в точке, расположенной на расстоянии 1 м от стены, наиболее удаленной от световых проемов, на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и условной рабочей поверхности (как правило, 0,8 м от пола). При верхнем или комбинированном естественном освещении нормируется среднее значение КЕО в точках, расположенных на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и условной рабочей поверхности. Первая и последняя точки принимаются на расстоянии 1 м от поверхности стен или перегородок.

Расчет искусственного освещения. При проектировании искусственного освещения решаются следующие задачи: определение системы освещения, выбор типа источников света и типа светильников, расположение светильников и установление мощности источников света. В гигиеническом отношении система общего освещения более совершенна, ибо более равномерно распределяет световую энергию, но система комбинированного освещения (общее и местное освещение) экономичнее.

Для расчета искусственного освещения используется метод светового потока, точечный метод и метод удельной мощности.

Метод светового потока (или метод коэффициента использования светового потока) предназначен для расчета общего равномерного освещения горизонтальных поверхностей.

Метод удельной мощности является упрощенной формой метода светового потока и используется обычно для ориентировочных расчетов.

Точечный метод – универсальный метод, используется для расчетов общего равномерного и локализованного освещения, комбинированного освещения с любым расположением светильников местного освещения.

Указанные методы применимы и для проверочных расчетов, когда при заданной конструкции системы освещения и известных источниках света определяется освещенность в заданной точке и сравнивается с нормативным значением.

Расчет естественного освещения. При расчете естественного освещения проводится предварительный расчет площади световых проемов при боковом освещении или площади световых проемов при верхнем освещении в зависимости от системы освещения.

КЕО может быть рассчитан по экспериментальным данным. Для этого необходимо измерить люксметром освещенность внутри помещения в расчетной точке и одновременно наружную освещенность горизонтальной плоскости, освещаемой всем небосводом.

Измерение освещенности. Для измерения освещенности следует использовать люксметры Ю-116, ТКА-Люкс, Аргус-02, Аргус-07. Они должны иметь свидетельства о метрологической аттестации и поверке. Аттестация люксметров проводится в соответствии с ГОСТ 8.326-89, поверка – в соответствии с ГОСТ 8.023-90.

4.4. Вопросы для самоконтроля

- 1) В каких единицах измеряется световой поток?
- 2) На какие виды подразделяют искусственное освещение?
- 3) Как рассчитывается искусственное освещение помещений?
- 4) Назовите виды ламп, применяемые в осветительных установках?
- 5) Как измеряют освещенность?

4.5. Используемые информационные ресурсы

- СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение. – М: Минстрой России, 1995.
- Трудовой кодекс Российской Федерации. – Нов. ред., 2006. – Новосибирск, 2006-2007. -256 с.
- <https://www.google.ru/=newwindow=1&q>

Тема 5. Акустические колебания воздушной среды

5.1. Шум слышимого диапазона

Основные понятия и определения. Слуховое восприятие как средство получения информации является для человека вторым по значению (после зрительного) психофизиологическим процессом.

Шум – всякий нежелательный для человека звук. Звуковые волны возбуждают колебания частиц звуковой среды, в результате чего изменяется атмосферное давление.

Звуковое давление – разность между мгновенным значением давления в точке среды и статическим давлением в той же точке, т.е. давление в невозмущённой среде: $P = P_{\text{мг}} - P_{\text{ст}}$.

Звуковое давление – величина знакопеременная. В моменты сгущения (сжатия или уплотнения) частиц среды она положительна; в моменты разрежения – отрицательна.

Органы слуха воспринимают не мгновенное, а среднеквадратичное звуковое давление

Время усреднения давления: $T_0 = 30 - 100$ мс.

При распространении звуковой волны происходит **перенос энергии**.

Средний поток энергии в точке среды в единицу времени, отнесённый к единице поверхности, нормальной направлению распространения волны, называется **интенсивностью звука (силой звука)** в данной точке.

Величины звукового давления и интенсивности звука, с которыми приходится иметь дело в практике борьбы с шумом, могут меняться в широких пределах: по давлению – до 10^8 раз, по интенсивности – до 10^{16} раз. Оперировать такими цифрами несколько неудобно.

Кроме того, слуховой анализатор подчиняется основному психофизическому закону (Вебера-Фехнера):

$$E = K \cdot \lg I + C,$$

где E – интенсивность ощущений; I – интенсивность раздражителя; C и K – некоторые постоянные величины.

Поэтому были введены **логарифмические величины** уровня звукового давления и интенсивности звука.

Величину уровня интенсивности применяют при получении формул акустических расчётов, а уровня звукового давления – для измерения шума и оценки его воздействия на человека, поскольку орган слуха чувствителен не к интенсивности, а к среднеквадратичному давлению.

Интенсивность I_{max} и величина звукового давления P_{max} , соответствующие болевому порогу: $I_{\text{max}} = 10^2$ Вт/м, $P_{\text{max}} = 2 \cdot 10^2$ Па.

В зависимости от характера спектра шума бывают тональными (в спектре которых имеются слышимые дискретные тона) и широкополосными (со сплошным спектром шириной более одной октавы).

По временным характеристикам различают:

- постоянный шум – уровень звука изменяется за рабочий день не больше, чем на 5дБА;
- непостоянный шум – уровень звука изменяется за рабочий день больше, чем на 5дБА.

Непостоянный шум делится на колеблющийся во времени, прерывистый (длительность сигнала больше 1 с), импульсный (длительность сигнала меньше 1 с).

По частотным характеристикам различают:

- низкочастотный шум – с частотой до 400 Гц;
- среднечастотный шум – с частотой 400-1000 Гц;
- высокочастотный шум – с частотой от 1000 Гц.

По источнику возникновения различают:

- механический шум – возникающий в результате движения отдельных деталей и узлов оборудования, приборов и аппаратов с неуравновешенными массами;
- аэродинамический шум – возникающий в результате нестационарных процессов в жидкостях или газах;
- электромагнитный шум – возникающий в результате воздействия переменных магнитных сил, которые приводят к колебанию деталей и узлов машин и аппаратов.

Действие шума на организм человека. Ухо человека не одинаково воспринимает звуки различной частоты. Слуховой аппарат человека проявляет наибольшую чувствительность на средних и высоких частотах (800-4000 Гц), а наименьшую – на низких (20-100 Гц). Поэтому звуки, одинаковые по звуковому давлению, но разные по частоте, могут казаться на слух неодинаково громкими.

Проявление вредного воздействия шума на человека весьма разнообразно.

Область слышимости ограничивается не только определёнными частотами (20-20 000 Гц), но и определёнными предельными значениями звуковых давлений и их уровней

Пороговое значение звукового давления P_0 соответствует порогу слышимости ($L = 1$ дБ) только на частоте 1000 Гц, принятой в качестве стандартной частоты сравнения в акустике.

Порог слышимости различен для звуков разной частоты. В диапазоне частот 800-4 000 Гц величина порога слышимости минимальна. При повышении и понижении частоты значение порога слышимости растёт, особенно это заметно на низких частотах. По этой причине низкочастотные звуки менее неприятны для человека, чем высокие (при одинаковых уровнях звукового давления).

Действие шума на человека зависит от уровня и характера шума, его продолжительности, а также от индивидуальных особенностей человека.

Длительное воздействие шума на работающих может вызвать функциональные изменения со стороны ряда органов и систем. Шум вызывает нарушения со стороны высшей нервной деятельности (изменяется сила, уравновешенность и подвижность нервных процессов); сердечно-сосудистой системы (изменяется кровяное давление, ритм сердечных сокращений, повышается внутричерепное давление); органов пищеварения (учащаются заболевания гастритами, язвенная болезнь, отмечается понижение кислотности желудочного сока); ослабляется внимание, память, учащается раздражительность, снижается работоспособность и производительность труда.

Наряду с этим общим воздействием особо неблагоприятное воздействие оказывает шум на орган слуха, вследствие чего наступает расстройство слуховой функции, которое может привести к полной тугоухости.

Звуки очень большой силы, уровень которых превышает 120-130 дБ, вызывают большие ощущения и повреждения в слуховом аппарате (акустическая травма). В табл. 6.1 представлены уровни различных звуков.

Таблица 5.1 Уровни различных звуков в зависимости от источника шума и расстояния

Источник шума	Расстояние, м	Уровень шума, дБ
Жилая комната	-	35
Речь средней громкости	1	60
Металлорежущие станки	на рабочих местах	80-96
Дизельный грузовик	7	90
Пневмоперфоратор	1	100
Реактивный двигатель	25	140
Выстрел из артиллерийского орудия	1-2	160-170

Наиболее глубокие сдвиги в организме вызывают высокочастотные, дискретные и импульсные шумы.

Нормирование шума на рабочих местах. Целью нормирования шумовых характеристик рабочих мест является установление научно обоснованных предельно допустимых величин шума, которые при ежедневном систематическом воздействии в течение всего стажа работы не вызывают заболеваний человека и не мешают его нормальной трудовой деятельности.

Нормирование осуществляется по СН 2.2.4/2.1.8.562-96 и ГОСТ 12.1.003-83. При нормировании используют два метода: нормирование по предельному спектру шума и нормирование уровня звука в дБА.

Первый метод нормирования является основным для постоянных шумов. Весь частотный диапазон разбивается на 9 октав. Каждая октава имеет среднегеометрическую частоту:

Стандартные среднегеометрические частоты: 31,5; 63; 125; 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц. В октавных полосах нормируются уровни звуковых давлений.

Совокупность девяти допустимых уровней звукового давления называется **предельным спектром**.

С ростом частоты (что приводит к более неприятному шуму) допустимые уровни уменьшаются.

Каждый из спектров имеет свой индекс. Например: ПС-80 – число 80 обозначает допустимый уровень звукового давления в октавной полосе со среднегеометрической частотой 1000 Гц.

Второй метод нормирования (нормирование по шкале А) применяют для ориентировочной оценки постоянного и непостоянного шума, или когда шумомер не оборудован октавными фильтрами.

Уровень звука в дБА определяют по так называемой шкале А шумомера с коррекцией, которая заключается в том, что вводятся поправки, учитывающие зависимость чувствительности слуха от частоты звука и приближающие результаты объективных измерений к субъективному восприятию.

Шумомер оборудуется фильтром, создающим завал чувствительности на низких и высоких частотах, чем имитируется характеристика человеческого уха.

Достоинство этого метода в том, что требуется только один замер, в то время как по первому методу надо сделать девять замеров.

Уровень звука, дБА, связан с предельным спектром зависимостью

Нормированным параметром непостоянного шума является **эквивалентный уровень звука** – такое значение уровня звука длительного непостоянного шума, который в пределах определённого времени имеет то же самое значение уровня звука, что и рассматриваемый шум, уровень звука которого изменяется во времени.

5.2. Ультразвук

Ультразвук – упругие колебания и волны, частота которых лежит в диапазоне 16-100 кГц. Ультразвуковые волны по своей природе не отличаются от упругих волн слышимого диапазона и характеризуются теми же параметрами: интенсивностью (Вт/м^2), звуковым давлением (Па), звуковой мощностью (Вт) и их уровнями (дБ).

Тем не менее, ультразвуковые колебания обладают специфическими особенностями, которые обусловлены высокой частотой и соответственно малой длиной волн. Ультразвуковые волны имеют лучевой характер распространения. Поэтому при одинаковой звуковой мощности источника шума и ультразвука интенсивность последнего будет значительно выше.

Науке об ультразвуке принадлежит большое будущее. Но уже сегодня технические задачи, решаемые при помощи высоких звуковых колебаний, очень разнообразны. Это пайка алюминия, стирка белья, обработка сложных контуров деталей, сварка фольги, устранение тумана над аэродромами, получение суспензий лекарственных веществ и многое другое. При

помощи ультразвука можно просверлить самые сверхтвердые сплавы и драгоценные камни, включая алмаз.

Дозированные ультразвуковые колебания обладают хорошими терапевтическими свойствами, используются в физиолечении, в медицинской диагностической практике, с помощью ультразвука лечат заболевания периферической нервной системы, ускоряют процессы рассасывания гноя и рубцов.

Ультразвуковые установки применяются для очистки и обезжиривания деталей при ремонте часов, для механической обработки твердых и хрупких материалов в ювелирном производстве (сварка, пайка, лужение и т. п.), для соединений искусственной кожи, натуральной ткани с синтетической и пр.

В технологических целях используются ультразвуковые колебания низкой частоты (18-44 кГц) и большой интенсивности (67 Вт/см^2).

Уровни звукового давления на рабочих местах в зависимости от вида установки колеблются от 80 до 120 дБ.

Действие ультразвука на организм человека. Ультразвук оказывает на организм человека механическое, тепловое, кавитационное действие.

Так, при частоте 100 кГц и малых интенсивностях (23 Вт/см^2) происходит микромассаж тканевых элементов, что улучшает обмен веществ. Однако повышение интенсивности ультразвука приводит к кавитации и механическому разрушению клеток тканей.

При распространении ультразвука в организме происходит преобразование акустической энергии в тепловую, что может привести к перегреву тканей и их разрушению.

Кавитационное действие – образование в жидкости (крови, лимфе) заполненных воздухом пузырьков. Нарушение молекулярных связей приводит к их разрыву, происходит как бы «закипание» крови.

У работающих на низкочастотных ультразвуковых установках при интенсивности более 100 дБ могут наблюдаться изменения в центральной и периферической нервной системе, нарушение работы слухового и вестибулярного аппарата, ухудшение сна.

Ультразвук вызывает функциональные нарушения нервной системы, изменение давления и состава крови. Часто наблюдаются головные боли, быстрая утомляемость, потеря слуховой чувствительности.

Бывают случаи аллергии к ультразвуку (с потерей сознания). Контактное воздействие ультразвука имеет большой отрицательный эффект на здоровье человека и проявляется в виде порезов и вегетативных полиневритов.

Нормирование ультразвука. Основными документами, регламентирующими безопасность при работе с ультразвуком, являются Санитарные нормы и правила СанПиН 2.2.4/2.1.8.582-96 «Гигиенические требования при работах с источниками воздушного и контактного ультразвука промышленного, медицинского и бытового назначения», а также ГОСТ 12.1.001-83 «ССБТ. Оборудование технологическое ультразвуковое. Требования безопасности».

5.3. Инфразвук

Инфразвук – это область акустических колебаний, имеющих одинаковую с шумом физическую природу, но распространяющихся с частотами менее 20 Гц. В воздухе инфразвук мало поглощается и способен распространяться на большие расстояния.

Инфразвук может иметь природное происхождение (землетрясения, извержения вулканов, морские бури) и антропогенное (работа тихоходных крупногабаритных машин и механизмов).

Инфразвуковые волны характеризуются теми же параметрами, что и звуки слышимого диапазона.

Действие инфразвука на организм человека. Инфразвук вызывает нарушение пространственной ориентации, морскую болезнь, пищеварительные расстройства, нарушение зрения и головокружение. Колебания с частотой 7 Гц препятствуют сосредоточению внимания и вызывают ощущение усталости, головную боль и тошноту. Наиболее опасны колебания с частотой 8 Гц. Они могут вызвать явление резонанса системы кровообращения, приводящего к перегрузке сердечной мышцы, сердечному приступу или к разрыву некоторых кровеносных сосудов. Инфразвук небольшой интенсивности может служить причиной повышенной нервозности, вызвать депрессию.

Нормируется инфразвук санитарными нормами СН 2.2.4/2.1.8.583-96, согласно которым уровни инфразвукового давления в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 2, 4, 8, и 16 Гц не должны превышать 105 дБ, а в полосе с частотой 32 Гц – 102 дБ.

5.4. Вопросы для самоконтроля

- 1) Какие бывают шумы по источнику возникновения?
- 2) Что такое ультразвук?
- 3) К каким последствиям может привести длительное воздействие шумов?
- 4) Что такое инфразвук?
- 5) Назовите основные документы нормирования ультразвука?

5.5. Используемые информационные ресурсы

- Глебова Е. В. Производственная санитария и гигиена труда: Учеб. пособие для вузов. – М.: Высш. школа, 2005. – 383 с.
- Закон РФ № 125-ФЗ от 24 июля 2000 г. «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний». – 23 с.
- Презентация

Тема 6. Механические колебания

6.1. Источники, параметры, действие вибрации

Под **вибрацией** понимается движение точки или механической системы, при которой происходит поочередное возрастание и убывание во времени значений, по крайней мере, одной координаты.

Источниками вибраций служат ручные механические инструменты (дрели, гайковерты, электро- и бензomotorные пилы, шлифовальные машины и пр.), а также оборудование – швейные, трикотажные машины, дерево- и металлообрабатывающие станки; специальные вибрационные установки, например, для уплотнения бетонных смесей и пр., транспортные средства (наземные, водные, воздушные).

В жилых помещениях вибрация генерируется подземным и наземным транспортом, промышленными предприятиями, внутридомовым оборудованием (лифты), техническим оборудованием встроенных предприятий торговли (холодильное оборудование) и коммунально-бытового обслуживания. Ощутимая вибрация в жилых домах наблюдается при строительных работах, проводимых вблизи жилых зданий (забивка свай, демонтаж и ломка зданий, дорожные работы и пр.).

В зависимости от способа возбуждения механические колебания бывают свободными и вынужденными.

Свободные колебания возникают под действием силы инерции, равной произведению массы на ускорение, силы внутреннего трения, пропорциональной скорости колебания, и силы упругости, пропорциональной величине отклонения от равновесия. Любая система, выведенная из равновесия путем мгновенного приложения нагрузки, совершает свободные колебания, которым свойственны определенные периоды и частота.

Вынужденные колебания возникают под действием внешних периодических возмущающих сил и всегда сопровождаются возникновением собственных колебаний, которые быстро затухают. Наиболее упрощенный вид вынужденных колебаний – синусоидальные колебания, или гармонические. По мере приближения частоты вынужденных колебаний к частоте собственных наступает явление резонанса, сопровождающееся резким увеличением амплитуды колебаний системы.

Причинами возбуждения вибраций являются возникающие при работе машин и механизмов неуравновешенные силовые воздействия из-за возвратно-поступательных движений; наличие дисбаланса масс (несовпадение центра масс и инерции) из-за неоднородности материала вращающегося тела, из-за неравномерного нагрева при горячих и холодных посадках; увеличение люфтов и зазоров при износе.

Вибрация приводит к преждевременному износу деталей и износу машин и механизмов, различного рода нарушениям и авариям.

Физические характеристики вибраций. Основные параметры вибраций: частота f , Гц; амплитуда виброперемещения A , м; виброскорость V , м/с; виброускорение a , м/с²; период колебаний T , с. Эти параметры связаны между собой следующими зависимостями:

$$V = \omega \cdot A; a = \omega \cdot V = \omega^2 \cdot A; \omega = 2\pi \cdot f; f = 1/T,$$

где ω – угловая скорость колебаний, рад/с.

Так как параметры, характеризующие вибрацию, могут меняться в очень широких пределах, то так же, как при шуме, их удобно оценивать в логарифмических уровнях, дБ:

$$L_A = 20 \lg A/A_0 - \text{уровень вибросмещения,}$$

$$L_V = 20 \lg V/V_0 - \text{уровень виброскорости,}$$

$$L_a = 20 \lg a/a_0 - \text{уровень виброускорения,}$$

где $A_0 = 8 \cdot 10^{-2}$ м, $V_0 = 5 \cdot 10^{-8}$ м/с, $a_0 = 3 \cdot 10^{-4}$ м/с² – пороговые значения, стандартизованные в международном масштабе.

Действие вибрации на организм человека. По действию вибрация делится на общую, передающуюся через опорные поверхности на тело сидящего или стоящего человека, и локальную (местную), передающуюся через верхние конечности и плечевой пояс. При воздействии общей вибрации наблюдается нарушение сердечной деятельности, расстройство нервной системы, спазмы сосудов, изменения в суставах, приводящие к ограничению подвижности.

При длительном действии вибрации возможно возникновение виброболезни – стойкого нарушения физиологических функций организма, обусловленного воздействием вибрации на центральную нервную систему. Симптомы этой болезни – общее возбуждение (или торможение), утомление, слабость, ощущение тряски внутренних органов, сердцебиение, тошнота, головные боли и даже судороги. В особо тяжелых случаях наблюдается атрофия мышц, поражение мозга, вестибулярного и костно-суставного аппаратов, эпилепсия. Излечение виброболезни возможно лишь на ранних стадиях ее развития.

Особенно вредны общие вибрации с частотами, близкими к собственным частотам организма и его органов, лежащие в диапазоне 6-9 Гц. В случае совпадения частот возникают резонансные явления, которые могут привести к разрыву внутренних органов. При частоте свыше 20 Гц вибрация сопровождается возникновением шума.

Местная вибрация вызывает спазмы сосудов, ухудшение кровообращения в конечностях, нарушение чувствительности кожи, способствует отложению солей в суставах кистей рук, стоп нижних конечностей. При этом, как и при общей вибрации, нарушается деятельность центральной нервной системы.

Полезная вибрация. Установлено, что в некоторых случаях вибрация не только опасна, но и полезна для человеческого организма. Учеными Каунасского политехнического института во время исследования системы «человек – виброакустическое поле – технический объект» было установлено, что человеческое тело не только воспринимает вибрацию и шум, но и как бы накапливает их, в свою очередь, излучает. Ученые разработали систему регистрации и анализа виброакустических характеристик мышечной ткани. Оказалось, что они меняются в зависимости от состояния организма, т. е. мышечный тонус, улавливаемый приборами, у здорового и больного человека неодинаков. Так, например, при поражении периферической нервной системы основные резонансные характеристики на конечностях уменьшаются: на ногах – с 32 до 16 Гц, на руках – с 72 до 52 Гц. Жалобы таких больных и традиционные врачебные обследования, как правило, подтверждает «вибродиагноз».

Помогает вибрация и в снятии усталости. Главное – точно подобрать частоты и верно дозировать продолжительность воздействия колебаний. Литовские инженеры вместе с медиками создали для этого конструкцию виброплатформы. Широкая массивная плита, укрепленная на специальных пружинах – амортизаторах, вибрирует в зависимости от подаваемых к ней по команде врача виброимпульсов. Частота колебаний обычно находится в пределах 100-150 Гц. Постояв на такой платформе всего несколько минут, человек ощущает прилив сил, бодрость. Кровяное давление, повысившееся в результате переутомления, быстро приходит к норме.

Еще одна оригинальная конструкция – виброкровать. Это простое устройство призвано облегчить жизнь больных с застойными явлениями в легких, в первую очередь при бронхиальной астме. В течение 10-12 мин грудная клетка подвергается вибрации с частотой в 30-45 Гц. Всего за несколько сеансов, как правило, удается очистить легкие и добиться значительного улучшения.

6.2. Нормирование вибраций

Различают гигиеническое и техническое нормирование.

Гигиеническое нормирование предусматривает ограничение параметров вибраций исходя из физиологических требований, исключающих возможность виброболезни.

Техническое нормирование предусматривает ограничение параметров вибрации с учетом не только физиологических требований, но и технически достижимого на сегодняшний день и для данного вида механизма уровня вибрации.

Общая вибрация делится на транспортную, транспортно-технологическую и технологическую.

Гигиеническое нормирование производственной вибрации ведется согласно СН 2.2.4/2.1.8.566-96 и ГОСТ 12.1.012-90 «ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования». Документы устанавливают классификацию вибраций, методы гигиенической оценки, нормируемые параметры, режимы труда лиц виброопасных профессий, подвергающихся действию локальной вибрации, требования к обеспечению вибробезопасности и к вибрационным характеристикам машин.

При гигиенической оценке вибраций нормируемыми параметрами являются среднеквадратичные значения виброскорости (и их логарифмические уровни) или виброускорения для локальных вибраций – в октавных полосах, а для общей вибрации – в октавных или третьоктавных полосах. Допускается интегральная оценка вибрации во всем частотном диапазоне нормируемого параметра, а также по дозе вибрации с учетом времени воздействия.

Максимальное значение v_t для локальной вибрации не должно превышать значений, определяемых для $T=30$ мин, а для общей вибрации – при $T=10$ мин.

Для транспортной вибрации отдельно нормируются вертикальные и горизонтальные составляющие колебательного движения.

Для технологической вибрации осуществляется отдельное нормирование вибрации на рабочих местах с источниками вибрации, в помещениях без источника вибрации и в помещениях для умственного труда и административного управления.

6.3. Методы и средства защиты от вибрационных нагрузок

Методы борьбы с вибрацией сводятся к следующим мерам:

- снижению действующих переменных сил (воздействие на источник возбуждения вибраций);
- вибропоглощению (вибродемпфированию) путем увеличения сил внешнего или внутреннего трения;
- вибропоглощению путем присоединения дополнительных масс в виде фундаментов, плит и т. п.;
- увеличению жесткости конструкций машин и механизмов;
- исключению резонансных режимов путем соответствующего выбора режимов оборудования и за счет изменения его массы и жесткости;
- виброизоляции путем введения в колебательную систему дополнительной упругой связи, препятствующей передаче вибрации;
- использованию СИЗ в виде рукавиц, перчаток с вкладышами (ГОСТ 12.4.002-90), специальной обуви с многослойной резиновой подошвой (ГОСТ 12.4.024-76).

6.4. Вопросы для самоконтроля

- 1) Что такое вибрация?

- 2) Назовите источники вибрации?
- 3) Какие существуют методы защиты от вибрационных нагрузок?
- 4) Как происходит нормирование вибраций?

6.5. Используемые информационные ресурсы

- Курдюмов В. И., Зотов Б. И. Проектирование и расчет средств обеспечения безопасности. – М. : Колос, 2005. – 216 с.
- Методы и средства обеспечения безопасности труда в машиностроении. Учеб. для вузов / В. Г.Еремин, В. В. Сафронов, А. Г.Схиртладзе, Г. А. Харламов; Под ред. Ю. М. Соломенцева. – М.: Высш. школа, 2000 – 326 с.

Тема 7. Электромагнитные поля

7.1. Виды и источники электромагнитных полей

Электромагнитные волны – это взаимосвязанное распространение в пространстве изменяющихся электрического и магнитного полей. Совокупность этих полей, неразрывно связанных друг с другом, называется электромагнитным полем (ЭМП).

Электромагнитное поле – это особый вид материи, характеризующийся непрерывным распределением в пространстве, способностью распространяться со скоростью света, способностью силового воздействия на заряженные частицы и токи, в процессе которого энергия поля преобразуется в другие виды энергии.

Электромагнитные поля бывают как переменные, так и постоянные.

Переменное ЭМП характеризуется векторами напряженности электрического E (В/м) и магнитного H (А/м) полей, фазы колебаний которых лежат во взаимно перпендикулярных плоскостях.

Длина электромагнитной волны составляет от долей мм до км. При распространении в вакууме или в воздухе $E = 377 H$.

Распространение электромагнитных волн связано с переносом энергии в поле.

Согласно теории ЭМП пространство около источника переменного ЭМП делится на две зоны.

Ближняя зона (индукции) находится на расстоянии $r = \lambda/6$.

Здесь λ – длина волны, определяемая соотношением $\lambda = c/f$, а c – скорость распространения ЭМП (для вакуума она равна скорости света, для воздуха может считаться равной скорости света); f – частота электромагнитных колебаний, Гц.

Дальняя зона (излучения) находится на расстоянии $r > \lambda/6$.

В зоне индукции (ближняя зона) бегущая электромагнитная волна еще не сформировалась. Электрическое и магнитное поля считаются не зависящими одно от другого. В зоне излучения (дальняя зона) поле характеризуется бегущей электромагнитной волной, которая несет энергию, определяемую вектором ППЭ.

Исследованный в настоящее время диапазон электромагнитных волн включает:

- | | |
|------------------------------|---|
| – радиоволны | $\lambda > 10^{-2}$ см; |
| – инфракрасное излучение | $\lambda = 5 \cdot 10^{-2} - 7,4 \cdot 10^{-5}$ см; |
| – видимый свет | $\lambda = 7,4 \cdot 10^{-5} - 4 \cdot 10^{-5}$ см; |
| – ультрафиолетовое излучение | $\lambda = 4 \cdot 10^{-5} - 10^{-7}$ см; |
| – рентгеновское излучение | $\lambda = 2 \cdot 10^{-5} - 6 \cdot 10^{-8}$ см; |
| – гамма-излучение | $\lambda < 2 \cdot 10^{-12}$ см. |

Несмотря на то что длина электромагнитных волн и их свойства различны, все они, начиная от радиоволн и заканчивая гамма-излучением – одной физической природы. Весь спектр электромагнитных полей (от 10^3 до 10^{24} Гц) разделен на частотные диапазоны:

– постоянные – электростатические поля, обусловленные образованием электрических зарядов;

- электромагнитные поля промышленной частоты (50 Гц);
- электромагнитные поля радиочастот (30 Гц – 300 МГц);
- электромагнитные поля сверхвысоких (СВЧ) радиочастот (300 МГц – 300 ГГц).

Источники электромагнитных полей могут быть естественные и искусственные (антропогенные).

ЭМП естественного происхождения создается электрическими и магнитными полями Земли, атмосферным электричеством и радиоизлучением Солнца и Галактики.

ЭМП Земли состоит из электрической и магнитной составляющих. Электрическая составляющая перпендикулярна поверхности Земли и убывает с высотой. Так, если у поверхности Земли $E = 130$ В/м, то на расстоянии 9 км – 5 В/м.

Магнитная составляющая состоит из вертикальной и горизонтальной составляющих. Горизонтальная имеет максимум на экваторе ($H = 30 \text{ А/м}$), вертикальная – максимум на полюсах ($H = 60 \text{ А/м}$) и убывает до малых величин к экватору.

Атмосферное электричество обладает интенсивностью, зависящей от грозовой деятельности. Максимум грозовой деятельности отмечается на экваторе.

Радиоизлучение Солнца и Галактик характеризуется интенсивностью, зависящей от активности Солнца, и лежит в высокочастотном диапазоне.

Искусственные (антропогенные) ЭМП создаются источниками, широко распространенными в различных отраслях народного хозяйства, в быту, радиосвязи, медицине и т. п.

Сюда относятся антенные системы, генераторы СВЧ – энергии, высокочастотные трансформаторы, конденсаторы, линии электропередач высокого напряжения, лазерные установки, микроволновые печи, мониторы, компьютеры и др. Электростатические поля (ЭСП) возникают в различных технологических процессах, а также в быту.

Статическое электричество – это совокупность явлений, связанных с возникновением, сохранением и релаксацией свободного электрического заряда на поверхности и в объеме диэлектрических и полупроводниковых веществ, материалов изделий или на изолированных проводниках.

В основе процесса электризации лежит контакт между двумя телами и его последующее нарушение. Статическое электричество зачастую становится причиной нарушения технологии и повышает опасность возникновения пожаров.

Искровой разряд статического электричества может явиться причиной пожара и взрывов горюче-взрывчатых смесей.

Величина электрического заряда зависит от строения веществ, находящихся в контакте, состояния поверхностей, от площади соприкосновения тел и от величины давления одного тела на другое, от скорости отрыва.

ЭСП характеризуется энергией и напряженностью, измеряемой в киловольтах на метр (кВ/м). Разряды между человеком и оборудованием в случае возникновения ЭСП могут вызывать у человека болезненные ощущения, что может привести к резким движениям, потере ориентации при работе на высоте и к травме.

Предельно допустимое воздействие на человека зарядов статического электричества установлено в ГОСТ 12.1.045-84 «Электрические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля».

Регламентируется время нахождения в зоне в зависимости от напряженности электростатического поля:

- при напряженности 60 кВ/м время нахождения людей – не более 1 часа;
- при напряженности до 20 кВ/м – время не регламентируется.

Методы и средства защиты от электростатических полей. Различают две группы методов и средств, направленных на защиту от ЭСП.

Первая группа – профилактические мероприятия, позволяющие исключить или резко сократить появление зарядов СЭ. К этой группе относятся применение специальных материалов для трущихся поверхностей, имеющих низкий коэффициент трения; повышение относительной влажности воздуха; заземление металлических частей оборудования; применение антистатиков, антистатических присадок (увеличивающих электропроводность нефтепродуктов); использование СИЗ.

Вторая группа – активные мероприятия, направленные на устранение или нейтрализацию СЭ. К этой группе относятся применение индукционных, высоковольтных и радиоактивных нейтрализаторов, осуществляющих различными способами увеличение электропроводности.

К ЭМП промышленной частоты (50 Гц) относятся линии электропередач (ЛЭП) напряжением до 1150 кВ, открытые распределительные устройства, включающие коммутационные аппараты, устройства защиты и автоматики, измерительные приборы.

Воздействию этих полей подвергаются как персонал, обслуживающий высокочастотные распределительные устройства, линии электропередач, так и население, проживающее в зоне прохождения этих линий (25 кВ и выше). В соответствии с ГОСТ 12.1.003-84 «Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряжения и требования к проведению контроля на рабочих местах» устанавливается допустимое время пребывания персонала в ЭМП. Так, напряженность до 5 кВ/м допускается в течение рабочего дня без защитных средств.

При напряженности от 5 до 20 кВ/м нужно исходить из соотношения: $T = (50/E) - 2$. Здесь T – время, ч; E – фактическая напряженность в зоне воздействия, кВ/м.

Так, например, при $E = 10$ кВ/м время работы без защитных средств не должно превышать 3 часов.

При напряженности от 20 до 25 кВ/м, $T = 1/6$ ч.

В качестве защиты от действия электромагнитных полей промышленной частоты при строительстве новых линий электропередач (ЛЭП) предусматривают санитарно-защитные зоны или относят действующие линии на безопасное расстояние от жилых застроек.

При напряженности 5 кВ/м и выше люди, проживающие в зоне ЛЭП, жалуются на плохое самочувствие, усталость, головные боли и др.

Для защиты работающих в открытых распределительных устройствах и вблизи от воздушной линии электропередачи используются различные виды экранов.

7.2. Средства защиты от электромагнитных излучений

При всех видах работ в условиях действия ЭМП, если не выполняются требования гигиенических норм, должны применяться средства защиты от электромагнитных излучений. Все средства защиты подразделяются на технические и организационные.

К техническим средствам защиты относятся: экранирование источников ЭМП, изоляция рабочих мест кабинами, заземление установок, использование материалов для экранирования, способных отражать и поглощать электромагнитные волны.

Экранирование – весьма эффективный способ защиты от действия ЭМП, ослабление которого происходит вследствие создания в толще экрана поля противоположного направления. Для экранирования применяются материалы с высокой электрической проводимостью (сталь, медь, алюминий, латунь) в виде листов толщиной не менее 0,5 мм или сетки с ячейками не более 4x4 мм².

К организационным мероприятиям относятся: строгий медицинский контроль при приеме на работу лиц не моложе 18 лет, регулярные периодические медицинские осмотры, инструктаж, обучение, строгое выполнение инструкций, обеспечение индивидуальными средствами защиты и пр.

Индивидуальными средствами защиты являются: спецодежда, изготовленная из специальных отражающих тканей, спецобувь с металлическими подошвами, металлические краски, защитные очки, покрытые токопроводящей пленкой, и пр.

7.3. Лазерные излучения

Лазерная установка представляет собой генератор электромагнитного излучения оптического диапазона, основанный на использовании вынужденного излучения.

Лазерные установки применяются для сварки сложнейших приборов, выполнения точнейших измерений, обработки алмазных инструментов, уникальных гравировальных работ; они используются в медицине (в операционной практике), в новейших технологиях швейной, обувной, меховой, кожевенно-галантерейной промышленности, в системах связи для передачи сигналов по лазерному лучу, для измерения расстояний, для получения объемных изображений и пр.

Излучение лазера охватывает почти весь оптический диапазон электромагнитных волн – от ультрафиолетового до дальней инфракрасной области спектра. Световой пучок излучения лазера очень узкий, что позволяет получить большую плотность потока мощности на облучаемой поверхности ($10^{11} - 10^{14}$ Вт/см²).

В качестве внешних источников энергии в лазерах используются газоразрядные импульсные лампы, лампы непрерывного горения, СВЧ, сами по себе представляющие при эксплуатации различные виды опасности.

Характер и степень вредного действия на организм человека лучей лазера зависят от направленности луча, длины волн, мощности излучения, характера импульсов, их частоты. Энергия излучения лазера поглощается тканями организма, от чего в них возникает тепло. Так как глаза не имеют жировых прослоек, то облучение для них представляет наибольшую опасность.

Облучение лучами лазера может нарушить деятельность центральной нервной и сердечно-сосудистой систем, повредить кожу, глаза. Излучение может стать причиной свертывания или распада крови, повышенной утомляемости, головной боли, расстройства сна.

Нормирование лазерного излучения. За основную характеристику предельно допустимого уровня (ПДУ) лазерного излучения принимается энергетическая экспозиция (Н, Дж/см²) облучаемых тканей в спектральном диапазоне от 0,2 до 20 мкм, которая регламентируется отдельно для роговицы, сетчатки глаза и кожи. («Санитарные нормы и правила устройства и эксплуатации лазеров» СанПиН 5804-91).

Лазеры классифицируются на четыре класса опасности. Наиболее опасны лазеры 4-го класса.

Методы и средства защиты от лазерного излучения. Помещения для установки лазеров должны быть отдельными, специально оборудованными. Установка размещается так, чтобы луч лазера был направлен на капитальную огнестойкую стенку. Следует защищаться не только от прямого излучения лазера, но и от рассеянного и отраженного излучений, поэтому все поверхности в помещении должны иметь покрытие или окраску с малым коэффициентом отражения. Освещение должно быть с высоким уровнем освещенности, чтобы зрачок глаза имел минимальное расширение.

Лазерные установки 4-го класса должны иметь дистанционное управление, а 2-го и 3-го классов – экранирование пучка излучений.

В качестве индивидуальных средств защиты для защиты глаз используются очки марки ЗП590, стекла которых покрыты диоксидом олова (SnO₂), обладающим полупроводниковыми свойствами.

Обслуживающий персонал должен работать в специальных халатах, изготовленных из хлопчатобумажной или бязевой ткани светло-зеленого или голубого цвета.

7.4. Ультрафиолетовые излучения

При длительном пребывании людей в закрытых помещениях с ограниченным доступом солнечного света, для обеззараживания воздушной среды помещений, используют ультрафиолетовое излучение, которое относится к виду неионизирующих излучений. Ультрафиолетовое излучение (УФО) является частью спектра электромагнитных волн оптического диапазона в интервале 205315 нм. Как физический фактор среды УФО подчиняется правилу АрндтаШульца, установленному экспериментально. В соответствии с

Тема 8. Производственная безопасность

8.1. Электробезопасность

Статистика свидетельствует, что в общем числе несчастных случаев число электротравм невелико (до 1 %), однако в ряду случаев смертельных и с инвалидным исходом удельный вес электротравм значителен, составляет 12-15 % и занимает среди других причин одно из первых мест.

Особенности действия электрического тока на живой организм.

Характер действия электрического тока может быть:

- термическим, проявляющимся ожогами не только поверхности тела, но и нагревом кровеносных сосудов, крови, нервов;
- электролитическим, вызывающим разложение крови, лимфы и изменения их физико-химического состава;
- биологическим, раздражающим и возбуждающим живые ткани организма, вызывающим произвольные судорожные сокращения мышц, в том числе дыхательных, и мышц сердца.

Действие электрического тока приводит к двум видам поражения органов: электрическим травмам и электрическому удару.

Электрические травмы – это местные поражения организма в виде ожогов, металлизации кожи и механических повреждений.

Электрический ожог может быть вызван протеканием тока непосредственно через тело человека, а также воздействием электрической дуги на тело. В первом случае ожог является следствием преобразования энергии электрического тока, протекающего через пораженный участок тела, в тепловую. Такой вид ожога возникает редко и характеризуется обычно 1 или 2 степенью, то есть является сравнительно легким (покраснение кожи, образование пузырей). Ожог, вызванный электрической дугой, является наиболее распространенным видом электротравм, он обусловлен большей энергией и высокой температурой дуги (свыше 3500 °С) и носит, как правило, тяжелый характер: 3 или 4 степень (омертвление всей толщи кожи и обугливание тканей).

Металлизация кожи – это проникновение в верхние слои кожи мельчайших частиц металла, испарившегося или расплавившегося под действием электрической дуги. Обычно при этом имеет место ожог кожи.

Механические повреждения являются следствием произвольных сокращений мышц организма под действием тока. В результате могут произойти разрывы кожи, кровеносных сосудов, нервной ткани, вывихи суставов, а также отрывные и компрессионные переломы костей.

Электрические травмы в большинстве случаев излечиваются, но иногда приводят к гибели организма. Однако в этом случае непосредственной причиной смерти является уже не электрический ток, а местное повреждение организма, вызванное электрическим током.

Электрический удар характеризуется воздействием тока на жизненно важные органы человека, при этом поражается весь организм в целом, что может привести к его гибели. Внешних местных повреждений организм может не иметь.

В зависимости от исхода поражения электрические удары условно делятся на следующие четыре степени: 1 – судорожное сокращение мышц без потери сознания; 2 – судорожное сокращение мышц с потерей сознания; 3 – потеря сознания и нарушение функции сердечной деятельности или дыхания (либо того и другого вместе); 4 – клиническая смерть.

Факторы, влияющие на степень поражения

электрическим током

Тяжесть воздействия электрического тока (исход) зависит от величины тока и напряжения, сопротивления тела, длительности протекания тока, частоты и рода тока, от индивидуальных свойств человека.

Величина тока является главным фактором, от которого зависит исход поражения. Ток величиною до 10 мА (при 50 Гц) называется током отпускающим, он не может вызвать поражения человека, но может стать косвенной причиной несчастного случая. Ток 10-15 мА вызывает сильные и весьма болезненные судороги мышц, которые человек преодолеть не в состоянии, то есть он не может разжать руку, которой касается токоведущей части. Такой ток называется неотпускающим. Длительное действие такого тока приведет к снижению сопротивления тела. При 25-50 мА действие тока распространяется и на мышцы грудной клетки, что может привести к прекращению дыхания. Одновременно происходит сжатие кровеносных сосудов, повышение артериального давления и ослабление деятельности сердца. Исследованиями установлено, что ток силой более 50 мА может смертельно травмировать человека в течение 0,1 с.

При 100 мА ток оказывает непосредственное влияние на мышцы сердца, вызывая его фибрилляцию. В результате прекращается работа сердца, останавливается кровообращение, что приводит к смерти.

Наибольшее число поражений от электрического тока приходится на установки напряжением до 1000 В. Относительно безопасным для человека в сырых помещениях принято считать напряжение до 12 В, в сухих помещениях – до 36 В. В этих случаях величина тока, проходящего через тело человека, не превысит 10 мА. Напряжения 12-42 В называют малыми напряжениями.

Электрическое сопротивление тела человека колеблется в широком диапазоне (500-500 000 Ом) и складывается из сопротивления его внутренних органов (300-500 Ом) и верхнего слоя кожи, обладающего значительно большим сопротивлением. Чистая, сухая и неповрежденная кожа имеет сопротивление от 2 тыс. до 2 млн. Ом. Сопротивление тела резко уменьшается при повреждении и загрязнении кожи. Сухая грубая мозолистая кожа, отсутствие усталости и нормальное состояние нервной системы повышают сопротивление человеческого организма. За расчетное сопротивление тела человека принимается величина, равная 1000 Ом.

Длительность протекания тока через тело человека влияет на исход поражения вследствие того, что со временем резко нарастает ток за счет уменьшения сопротивления тела и накапливаются отрицательные последствия воздействия тока на организм. Через 30 с сопротивление тела человека протеканию тока падает примерно на 20 %, а через 90 с – на 70 %.

Род и частота тока также определяют степень поражения. Наиболее опасным является переменный ток с частотой 50 Гц. При частоте меньше 20 или больше 1000 Гц опасность тока заметно снижается.

При постоянном токе неотпускающий ток повышается до 60-70 мА. Токи частотой свыше 500 000 Гц не оказывают раздражающего действия на ткани и поэтому не вызывают электрического удара. Однако они сохраняют опасность по условиям термических ожогов.

Индивидуальные свойства человека – состояние здоровья, подготовленность к работе на электрической установке и другие факторы также имеют значение для исхода поражения. Поэтому обслуживание электроустановок поручается лицам, прошедшим специальное обучение и медицинский осмотр.

Условия поражения электрическим током

Схема включения человека в электрическую цепь. Поражение человека током возникает при протекании через него тока в результате включения тела в электрическую цепь.

Наиболее типичными являются две схемы включения: между двумя проводами (двухфазное включение) и между проводом и землей (однофазное включение).

Двухфазное включение является весьма опасным, поскольку к телу человека в этом случае прикладывается наиболее возможное в данной сети напряжение – линейное.

При таком включении ток, мА, протекающий через человека, будет определяться уравнением

$$J_T = \frac{U_{\Delta}}{R_T} \cdot 1000, \quad (8.1)$$

где U_{Δ} – линейное напряжение, то есть напряжение между проводами, которых касается человек, В; R_T – сопротивление тела человека, Ом.

В сети с линейным напряжением 380 В и при сопротивлении человека 1000 Ом этот ток будет равен:

$$J_T = \frac{380}{1000} \cdot 1000 = 380 \text{ мА},$$

то есть является, безусловно, опасным для жизни человека.

Случаи двухфазного включения человека происходят очень редко. Они являются, как правило, результатом работы под напряжением, применения неисправных индивидуальных защитных средств, а также эксплуатации оборудования с неогражденными голыми токоведущими частями (открытые рубильники, незащищенные зажимы сварочных трансформаторов, двигателей).

Однофазное включение происходит во много раз чаще, но является менее опасным, чем двухфазное. При однофазном включении напряжение, под которым оказывается человек, не превышает фазного, то есть меньше линейного U_{Δ} в 1,73 раза.

Соответственно меньше оказывается и ток, протекающий через человека. На величину этого тока влияет режим нейтрали источника тока, сопротивление пола, на котором стоит человек, сопротивление его обуви и некоторые другие факторы.

Рассмотрим наиболее неблагоприятный случай, когда человек, прикоснувшийся к одной фазе, стоит непосредственно на сыром грунте или на проводящем (металлическом) полу; обувь его также проводящая, сырая или имеет металлические гвозди. Следовательно, $R_n = 0$ и $R_{об} = 0$.

Поскольку сопротивление заземления нейтрали R_z , как правило, равно 4 Ом, им без ущерба для точности подсчета можно пренебречь. В результате выражение (8.2), мА, примет следующий вид:

$$J_T = \frac{U_{\Delta}}{1,73 \cdot R_T} \cdot 1000. \quad (8.3)$$

Тогда при линейном напряжении $U_{\Delta} = 380$ В через человека будет протекать ток

$$J_T = \frac{380}{1,73 \cdot 1000} \cdot 1000 = 220 \text{ мА},$$

опасный для жизни.

Если же человек стоит на изолирующем основании, например на деревянном полу, и имеет на ногах непроводящую (резиновую) обувь, то, принимая $R_n = 60\,000$ Ом и $R_{об} = 50\,000$ Ом, получим

$$J_T = \frac{380}{1,73 \cdot (1000 + 60000 + 50000)} \cdot 1000 = 2,0 \text{ мА}.$$

Такой ток безопасен для человека.

В действительности, сухие деревянные полы и резиновая обувь обладают значительно большими сопротивлениями по сравнению с принятыми, то есть ток, протекающий через человека, будет еще меньше.

Этот пример показывает, какое исключительное значение для безопасности лиц, работающих на электроустановках, имеет изолирующий пол и изолирующая обувь.

В сети с изолированной нейтралью (рис. 10.2б) ток, протекая через человека, возвращается к источнику тока через изоляцию проводов, которая обладает большим сопротивлением.

Величина тока, мА, протекающего через человека, определяется для этого случая уравнением

$$J_T = \frac{1,73 \cdot U_{\text{л}}}{3 \cdot (R_T + R_n + R_{\text{об}}) + R_{\text{из}}} \cdot 1000, \quad (8.4)$$

где $R_{\text{из}}$ – сопротивление изоляции одной фазы сети относительно земли, Ом.

В худшем случае, когда человек стоит на проводящем полу и имеет проводящую обувь, то есть при $R_n = 0$ и $R_{\text{об}} = 0$, уравнение упростится:

$$J_T = \frac{1,73 \cdot U_{\text{л}}}{3R_T + R_{\text{из}}} \cdot 1000. \quad (8.5)$$

При $U_{\text{л}} = 380$ В и $R_{\text{из}} = 60\,000$ Ом получим

$$J_T = \frac{1,73 \cdot 380}{3 \cdot 1000 + 60000} \cdot 1000 = 10 \text{ мА}.$$

Этот ток значительно меньше тока (220 мА), вычисленного для случая однофазного включения при аналогичных условиях, но в сети с заземленной нейтралью.

Если же принять $R_n = 60\,000$ Ом и $R_{\text{об}} = 50\,000$ Ом, то ток будет еще меньше:

$$J_T = \frac{1,73 \cdot 380 \cdot 1000}{3 \cdot (1000 + 60000 + 50000) + 60000} = 1,7 \text{ мА}.$$

Таким образом, в сети с изолированной нейтралью условия безопасности находятся в прямой зависимости не только от сопротивления пола и обуви, но и от сопротивления изоляции проводов относительно земли: чем лучше изоляция, тем меньше ток, протекающий через человека. В сети с заземленной нейтралью положительная роль изоляции проводов практически полностью утрачена.

Таким образом, при прочих равных условиях однофазное включение человека в сети с изолированной нейтралью менее опасно, чем в сети с заземленной нейтралью. Этот вывод справедлив для нормальных (безаварийных) условий работы сети. В случае же аварии, когда одна из фаз замкнута на землю, сеть с изолированной нейтралью может оказаться более опасной. Объясняется это тем, что при такой аварии напряжение между фазой и землей в сети с изолированной нейтралью может возрасти с фазного до линейного, в то время как в сети с заземленной нейтралью повышение напряжения может быть незначительным.

В сетях с напряжением выше 1000 В вследствие большей их протяженности, а следовательно, большей емкостной проводимости между фазами и землей опасность однофазного и двухфазного включений человека практически одинакова и не зависит от режима нейтрали сети. Любое из этих включений является весьма опасным, так как ток, протекающий через человека, достигает очень больших значений.

Явление стекания тока в землю. Земля – хороший проводник электрического тока. Поэтому при падении токоведущего провода на землю или в местах расположения заземлителей электроустановок земля может оказаться под напряжением. В первом случае имеет место случайный контакт, во втором случае – преднамеренный (рис. 10.3).

Если ток стекает с одиночного провода, упавшего на землю (случайный контакт), то растекание тока в земле происходит по закону гиперболы, а потенциал меняется в зоне радиусом ≈ 20 м. За пределами этого радиуса падение напряжения практически отсутствует (рис. 10.3а).

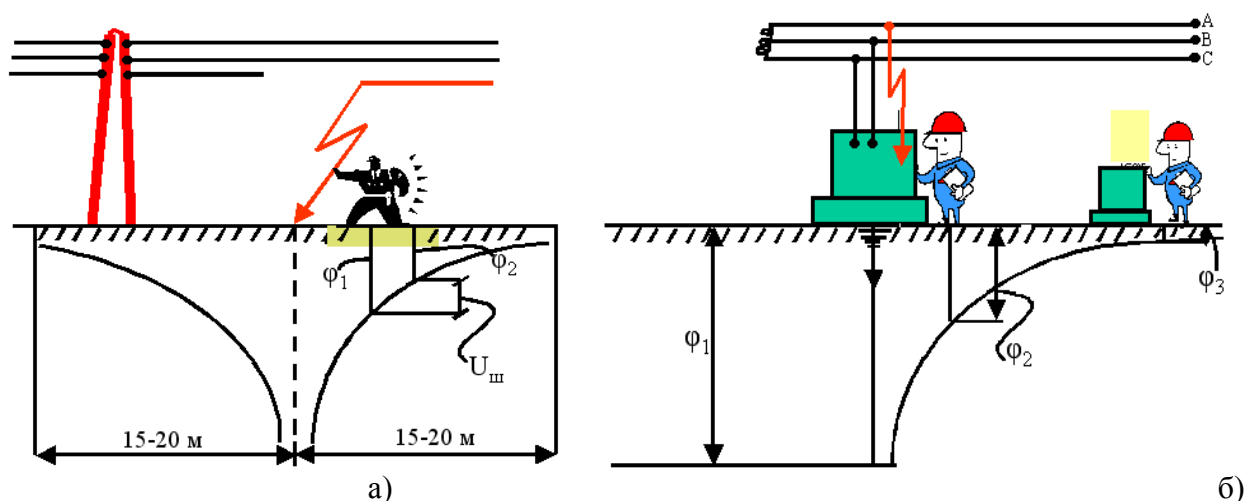


Рис. 10.3. Явления стекания тока в землю: а – случайное падение электропровода на землю; б – преднамеренное заземление корпуса электрооборудования

Если в зоне растекания тока оказался человек, то между ногами возникает разность потенциалов $U_{ш} = \varphi_1 - \varphi_2$ – шаговое напряжение. Чем шире шаг, тем больше значение $\varphi_1 - \varphi_2$, тем больше напряжение, под которым окажется человек (рис. 10.3а).

При $\varphi_1 - \varphi_2 \geq 40$ В появляются судороги ног и другие явления. Из зоны растекания электротока рекомендуется выходить мелкими шагами (20-30 см) либо прыгать на одной ноге.

В случае повреждения электроизоляции корпуса электрооборудования при наличии защитного заземления ток уходит в землю.

Если к корпусу прикасается человек, то он оказывается под напряжением, равным разности φ_1 и φ_2 . Это напряжение прикосновения $U_{пр} = \varphi_1 - \varphi_2$ (рис. 10.3б). По мере удаления человека от поврежденного корпуса $U_{пр}$ возрастает.

Влияние окружающей среды на степень опасности поражения электрическим током. Окружающая среда и окружающая обстановка усиливают или ослабляют опасность поражения электрическим током. Влага, пыль, высокая температура, едкие пары и газы разрушающе действуют на изоляцию установок, усиливая опасность поражения. В этих условиях понижается и электрическое сопротивление человека.

Воздействие тока на человека усугубляется также наличием токопроводящих полов и расположенных близко к электрооборудованию металлических заземленных предметов, так как одновременное прикосновение человека к токоведущим частям и к этим предметам будет сопровождаться протеканием через него большого тока.

Поэтому действующие правила делят все помещения по степени опасности поражения людей электрическим током на три класса: 1) без повышенной опасности; 2) с повышенной опасностью; 3) особо опасные.

Помещения без повышенной опасности – это помещения сухие с изолирующими (например, деревянными) полами, в которых отсутствуют условия, свойственные помещениям с повышенной опасностью и особо опасным.

Примером помещения без повышенной опасности могут служить обычные жилые комнаты и офисы, швейные трикотажные цеха, цеха часовых и приборных заводов, размещенные в сухих, беспыльных помещениях с изолирующими полами и нормальной температурой.

Помещения с повышенной опасностью характеризуются наличием одного из следующих условий, создающих повышенную опасность: сырости (относительная влажность воздуха длительно превышает 75 %); высокой температуры (температура воздуха длительно превышает $+30$ °С); токопроводящей пыли (по условиям производства выделяется технологическая пыль в таком количестве, что она оседает на проводах и проникает внутрь

электрооборудования); токопроводящих полов (металлических, земляных, железобетонных, кирпичных и т.п.), возможности одновременного прикосновения человека к имеющим соединение с землей металлоконструкциям зданий, технологических аппаратов, механизмов и т.п., с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования – с другой.

Примером помещения с повышенной опасностью могут служить лестничные клетки различных зданий с проводящими полами, цехи по механической обработке металла, по ремонту теле-, радиоаппаратуры, даже если они размещены в сухих отапливаемых зданиях с изолированными полами и т.п.

Помещения особо опасные характеризуются наличием одного из следующих условий, создающих особую опасность: особой сырости, то есть в которых относительная влажность воздуха близка к 100 % (стены, пол и предметы, находящиеся в помещении, покрыты влагой); химически активной среды, то есть в которых по условиям производства содержатся пары или образуются отложения, действующие разрушающе на изоляцию и токоведущие части электрооборудования; одновременно двух или более условий, свойственных помещениям с повышенной опасностью.

Примером особо опасного помещения служат ванны комнаты в жилых домах, не отапливаемые подвалы с проводящими полами, отопительные и производственные котельные, прачечные, цеха химической окраски и т.п. Сюда же относятся и участки работ на земле, под открытым небом.

8.2. Профилактика электротравматизма

Условия эксплуатации электрического оборудования с точки зрения безопасности труда коренным образом отличаются от условий эксплуатации другого оборудования. Электрический ток не имеет внешних признаков, и органы чувств человека не обнаруживают грозящей ему опасности. При эксплуатации, ремонте электрического оборудования очень важно соблюдать как технические, так и организационные требования безопасности.

Технические способы и средства защиты от поражения электрическим током. К наиболее распространенным техническим способам и средствам защиты относятся: изоляция токоведущей части, ограждения, электрическое разделение сетей, применение малых напряжений, электрозащитные средства, сигнализация и знаки безопасности, защитное заземление, зануление, защитное отключение.

Изоляция токоведущих частей. Для обеспечения нормальной работы электроустановок и защиты от поражения электрическим током применяется рабочая изоляция – электрическая изоляция токоведущих частей. Может предусматриваться также дополнительная изоляция для защиты в случае повреждения рабочей изоляции. Изоляция, состоящая из рабочей и дополнительной, называется двойной изоляцией.

Оградительные устройства (ограждения). С целью исключения возможности прикосновения к токоведущим частям или приближения к ним на опасное расстояние применяются ограждения. Защитные ограждения должны обладать соответствующими электрическими и механическими свойствами. Они могут иметь различное конструктивное исполнение (сплошные, сетчатые). Ограждения должны сниматься или открываться специальным инструментом или ключом.

Электрическое разделение сетей. Разветвленные сети большой протяженности имеют значительные емкости и небольшие активные сопротивления изоляции относительно земли. Однофазное прикосновение в таких случаях весьма опасно. Электрическое разделение сети, т.е. разделение сети на отдельные, не связанные между собой участки, способствует резкому снижению опасности поражения электрическим током за счет уменьшения емкостной и активной проводимости. Для разделения сети применяются разделяющие трансформаторы, позволяющие изолировать электроприемники от сети, а также преобразователи частоты и выпрямительные устройства, которые связываются с питающей их сетью через трансформаторы.

Применение малых напряжений. Малым называется номинальное напряжение не более 42 В, применяемое в целях уменьшения опасности поражения электрическим током. Малые напряжения используются для питания электрифицированного инструмента, переносных светильников и местного освещения в помещениях с повышенной опасностью и особо опасных.

Электрозащитные средства. По назначению электрозащитные средства условно разделяются на изолирующие, ограждающие и вспомогательные.

Изолирующие средства служат для изоляции человека от токоведущих частей. В свою очередь, они подразделяются на основные и дополнительные. К основным относятся средства защиты, изоляция которых длительно выдерживает рабочее напряжение электроустановок. Они позволяют прикасаться к токоведущим частям, находящимся под напряжением. К основным изолирующим средствам в электроустановках напряжением до 1000 В относятся изолирующие штанги, изолирующие и электромагнитные клещи, диэлектрические перчатки, слесарно-монтажный инструмент с изолирующими рукоятками, указатели напряжения.

К дополнительным относятся средства защиты, которые сами по себе не обеспечивают защиту от поражения током, а применяются совместно с основными средствами. В электроустановках напряжением до 1000 В к дополнительным средствам защиты относятся диэлектрические галоши и коврики, изолирующие подставки.

Ограждающие средства служат для временного ограждения токоведущих частей, а также предупреждения ошибочных операций с коммутационной аппаратурой. К ним относятся переносные ограждения (щиты, клетки), изолирующие накладки, переносные заземления.

Вспомогательные средства применяются для защиты от падения с высоты, а также от световых, тепловых, механических и химических воздействий в электроустановках. К ним относятся предохранительные пояса, страхующие канаты, когти, защитные очки, брезентовые рукавицы, противогазы и пр.

Применяемые в электроустановках защитные средства подвергают периодическим испытаниям.

Сигнализация (звуковая и световая) предназначена для предупреждения персонала о наличии напряжения или его отсутствии в электроустановках.

Плакаты и знаки безопасности служат для предупреждения об опасности приближения к частям установок, находящихся под напряжением, а также для напоминания о наличии напряжения, заземления и пр.

В зависимости от назначения плакаты и знаки делятся на предупреждающие («Стоять – напряжение», «Не влезай – убьет» и др.); запрещающие («Не включать – работают люди» и др.); предписывающие («Работать здесь» и др.); указательные («Заземлено»).

Защитное заземление – это преднамеренное соединение металлических нетокковедущих частей электрооборудования, которые могут оказаться под напряжением, с землей. Защитное заземление снижает (до безопасных пределов) напряжение прикосновения и тока, обусловленных замыканием на корпус. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов регламентирует ГОСТ 12.1.038-82. Область применения защитного заземления – трехфазные сети напряжением до 1000 В с изолированной нейтралью.

Защитное отключение – это быстродействующая защита, обеспечивающая автоматическое отключение электрооборудования при возникновении опасности поражения током. Эта опасность возникает при замыкании на корпус вследствие старения или повреждения изоляции токоведущей части. Следует отметить, что только приборы защитного отключения реагируют на токи утечки (величиной до 300 мА), возникающие при старении изоляции. Выявления таких токов весьма важно для предотвращения возгорания при размещении электрооборудования во взрывопожароопасных помещениях.

Основными частями любого устройства защитного отключения являются датчик, реагирующий на изменение какого-нибудь параметра электрической цепи, и автоматический выключатель, срабатывающий при поступлении от датчика соответствующего сигнала.

Организационные мероприятия по безопасной эксплуатации электроустановок. Требования к персоналу. Пригодность персонала определяется при приеме его на работу и периодически медицинским освидетельствованием. К работам в электроустановках допускаются лица, достигшие 18-летнего возраста, прошедшие инструктаж и обучение безопасным методам труда, проверку знаний техники безопасности и инструкций в соответствии с занимаемой должностью, применительно к выполняемой работе с присвоением соответствующей квалификационной группы по технике безопасности с 1 по 5.

Организация работ. К организации безопасной работы в электроустановках относятся оформление работы, допуск к работе, надзор во время работы, оформление перерывов и переводов.

Оформление разрешения на проведение работ в действующих электроустановках может быть нарядом, распоряжением и перечнем работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации.

Ответственными за безопасность работ являются лицо, выдающее наряд или отдающее распоряжение; ответственный руководитель работ; производитель работ; наблюдающий и члены бригады. Выдачу нарядов и распоряжений производят лица, ответственные за электрохозяйство предприятия, имеющие квалификационную группу в установках напряжением до 1000 В не ниже 4.

Требования безопасности к переносному электрооборудованию сводятся главным образом к обеспечению надежного защитного заземления, так как у переносного оборудования большая вероятность повреждения изоляции проводов, а следовательно, и поражения работающего током. Еще большую опасность поражения током представляют электрифицированные инструменты (электродрели, утюги, электроножницы и пр.), так как они во время работы постоянно находятся в руках рабочего. Поэтому работать на передвижном оборудовании с электрифицированным инструментом без подключения к защитному заземлению категорически запрещается. Заземляется переносное оборудование и инструменты посредством заземляющего провода, который не должен одновременно служить проводником рабочего тока.

Электроинструменты, как правило, применяются с малым напряжением – до 42 В. При напряжении более 42 В даже при наличии защитного заземления работать с электроинструментом следует в диэлектрических перчатках.

Раз в шесть месяцев электроинструменты необходимо испытывать на диэлектрическую прочность и выдавать для работы только проверенными, исправными и укомплектованными вилкой штепсельного разъема.

8.3. Оказание первой помощи пострадавшему от электрического тока

Освобождение пострадавшего от тока. Прежде всего, следует быстро отключить ту часть установки, с которой соприкасается пострадавший. Если при этом пострадавший может упасть с высоты, нужно предупредить или обезопасить его падение. Если быстро отключить установку нельзя, надо отделить пострадавшего от токоведущих частей.

При напряжении до 400 В для отделения пострадавшего от токоведущих частей можно пользоваться сухой палкой, доской, веревкой, одеждой или другим сухим непроводником. Нельзя брать в таких случаях металлические или мокрые предметы. Можно также взять за одежду пострадавшего, если она сухая и отстает от тела, например, за полу, ворот рубашки, не прикасаясь при этом к окружающим металлическим предметам, частям тела, не покрытым одеждой. Для изоляции своих рук оказывающий помощь, особенно если необходимо коснуться тела пострадавшего, не защищенного одеждой, должен надеть резиновые перчатки

или обернуть руки сухой материей. Можно изолировать себя от земли, надев резиновые галоши, встав на сухую доску или на непроводящую ток подставку.

В случае необходимости следует перерубить или перерезать провода (каждый в отдельности) топором с сухой деревянной рукояткой или инструментом с изолированной рукояткой.

При напряжении выше 400 В нужно надеть диэлектрические боты, специальные перчатки и действовать штангой или клещами, рассчитанными на соответствующее напряжение.

На воздушных линиях, если пострадавшего нельзя быстро и безопасно освободить от тока указанным способом, необходимо замкнуть накоротко и заземлить провода линии (например, набросить проволоку); при этом спасающему необходимо принять меры к тому, чтобы набрасываемая проволока не коснулась его тела или тела пострадавшего.

Оказание первой (доврачебной) помощи при электрическом ударе. Если пострадавший в сознании, но до этого был в обмороке, его нужно удобно уложить на подстилку и до прибытия врача обеспечить полный покой и наблюдение за пульсом и дыханием. При отсутствии сознания, но сохранившихся устойчивом дыхании и пульсе следует расстегнуть пояс и одежду пострадавшего, обеспечить приток к нему свежего воздуха.

При оживлении пострадавшего, у которого редкое и судорожное дыхание, дорога каждая секунда, поэтому первую помощь нужно оказывать немедленно, тут же, на месте.

Искусственное дыхание и массаж сердца необходимо производить до положительного результата (оживления) или до появления явных признаков смерти (появление трупных пятен и трупного окоченения). Констатировать смерть имеет право только врач.

Основными методами оживления организма, которые могут быть проведены немедленно, после установления факта отсутствия дыхания и пульса, являются проведение искусственного дыхания путем ритмичного вдувания воздуха «рот в рот» или «рот в нос» и поддержание у пострадавшего кровообращения путем наружного массажа сердца.

Для проведения искусственного дыхания «рот в рот» или «рот в нос» пострадавшего кладут на спину, становятся сбоку, подводят под затылок свою левую руку и откидывают его голову назад. При таком положении головы восстанавливается проводимость дыхательных путей, запавший язык отходит от задней стенки гортани. Необходимо также проверить, нет ли во рту посторонних предметов (зубных протезов, мундштука и т.п.), и освободить рот носовым платком от слизи.

Под лопатки пострадавшего подкладывают валик из свернутой одежды. Сделав два-три глубоких вдоха, оказывающий помощь вдвует через марлю или платок воздух из своего рта в рот или нос пострадавшего. Во время вдвухания воздуха в рот пострадавшего пальцами закрывают его нос, чтобы полностью обеспечить поступление всего вдвухаемого воздуха в легкие. При невозможности полного охвата рта пострадавшего следует вдвухать воздух в нос (при этом закрывают его рот).

Частота искусственного дыхания не должна превышать 10-12 раз в минуту. После каждого вдвухания (вдоха) освобождают рот и нос пострадавшего для свободного (пассивного) выдоха воздуха из легких пострадавшего. При отсутствии у пострадавшего пульса необходимо для восстановления кровообращения одновременно с искусственным дыханием (вдвуханием воздуха) производить наружный массаж сердца.

Наружный массаж сердца. Для его проведения пострадавшего укладывают спиной на жесткую поверхность (низкий стол, пол), обнажают у него грудную клетку, снимают пояс. Оказывающий помощь встает рядом с пострадавшим и занимает такое положение, при котором возможен значительный наклон над ним. Если пострадавший уложен на полу, то встают на колени. Определив положение нижней трети грудины, оказывающий помощь кладет на нее верхний край ладони разогнутой до отказа руки, а затем поверх нее другую руку и надавливает на грудную клетку пострадавшего, слегка помогая при этом наклоном своего корпуса. Надавливают на грудину примерно раз в секунду быстрым толчком так,

чтобы продвинуть нижнюю часть грудины вниз в сторону позвоночника на 3-4 см, а у полных людей – на 5-6 см.

Руки несколько мгновений после толчка остаются в достигнутом положении, затем снимаются с грудной клетки, давая ей возможность расправиться. Надавливание на грудину смещает ее в сторону позвоночника, сердце, таким образом, сдавливается, и из его полостей выжимается кровь в кровеносные сосуды. Следует остерегаться надавливания на окончания ребер, так как это может привести к их перелому. Ни в коем случае нельзя надавливать на мягкие ткани, этим можно повредить расположенные в брюшной полости органы, в первую очередь печень.

Помощь при ожогах электрическим током. При поражении электрическим током человек может получить ожоги различных частей тела, и в первую очередь глаз и рук.

При ожогах, вызванных электрической дугой, на обожженную поверхность тела необходимо наложить вначале стерилизованный бинт, затем вату, забинтовать и направить пострадавшего в поликлинику для оказания врачебной помощи. Не следует смазывать пораженный участок кожи различными мазями и смачивать какими-либо растворами.

8.4. Вопросы для самоконтроля

- 1) Что такое электрический ожог организма?
- 2) Перечислите основные электрозащитные средства?
- 3) Назовите порядок оказания первой помощи пострадавшему от тока?
- 4) Что такое защитное заземление?
- 5) Где применяется зануление энергоустановок?

8.5. Используемые информационные ресурсы

- Курдюмов В. И., Зотов Б. И. Проектирование и расчет средств обеспечения безопасности. – М. : Колос, 2005. – 216 с.
- Методы и средства обеспечения безопасности труда в машиностроении. Учеб. для вузов / В. Г.Еремин, В. В. Сафронов, А. Г.Схиртладзе, Г. А. Харламов; Под ред. Ю. М. Соломенцева. – М.: Высш. школа, 2000 – 326 с.
- Пряхин В.Н. Безопасность жизнедеятельности: Курс лекций. – М.: «Норма», 2001
- Пряхин В.Н., Соловьев С.С. Безопасность жизнедеятельности: Курс лекций и комплект тестовых заданий для студентов вузов. – Учебное пособие. – М.: «Интеллект-Центр», 2003.

Тема 9. Производственный травматизм

9.1. Порядок расследования, оформления и учета несчастных случаев на производстве

Несчастный случай на производстве – это случай с работающим, происшедший в результате воздействия на него какого-либо опасного производственного фактора.

Производственная травма – это травма, полученная работающим на производстве и вызванная несоблюдением требований безопасности труда.

Травма – нарушение анатомической целостности или физиологических функций тканей или органов человека, вызванное внезапным внешним воздействием.

По характеру травмы подразделяются на:

- механические (ушибы, порезы, переломы, вывихи, сотрясения внутренних органов);
- тепловые (ожоги, обморожение);
- химические (ожоги, острые отравления);
- электрические (общие, местные);
- комбинированные;
- другие (например, вызванные излучением, укусами ядовитых насекомых, животных).

По степени тяжести травмы подразделяются на:

- микротравмы с потерей трудоспособности до 1 дня;
- травмы с потерей трудоспособности более чем на 1 рабочий день;
- травмы с инвалидным исходом;
- травмы со смертельным исходом.

Профессиональное заболевание – заболевание, вызванное воздействием на работающего вредных условий труда.

Причины несчастных случаев – это прежде всего неудовлетворительные условия труда, следовательно, с изменением этих условий могут быть устранены и причины многих несчастных случаев.

Расследование несчастных случаев на производстве и их учет проводятся в соответствии с Положением о расследовании и учете несчастных случаев на производстве.

В соответствии с этим документом расследованию подлежат все несчастные случаи, если они произошли в рабочее время на или вне территории предприятия, а также с рабочими и служащими, доставляемыми на место работы или с места работы транспортом предприятия.

Положение устанавливает единый порядок расследования и учета несчастных случаев на производстве, обязательный для всех предприятий, учреждений и организаций любой формы собственности и сферы деятельности.

Ответственность за организацию и своевременное расследование и учет несчастных случаев, разработку и реализацию мероприятий по устранению причин этих несчастных случаев несет работодатель.

В соответствии с Положением несчастный случай на производстве, вызвавший у работника потерю трудоспособности на период не менее одного дня, или несчастный случай, вызвавший необходимость перевода его с работы по основной профессии на другую, оформляется актом по форме Н1 в 2-х экземплярах.

Расследование несчастного случая осуществляет специальная комиссия, которую формирует работодатель и в состав которой не может входить руководитель, непосредственно отвечающий за безопасность на производстве.

Срок расследования несчастного случая – 3 суток с момента его происшествия.

Групповые несчастные случаи, несчастные случаи с возможным инвалидным исходом и несчастные случаи со смертельным исходом расследуются особым образом в течение 15

дней. При групповом несчастном случае акт по форме Н1 составляется на каждого пострадавшего в отдельности.

В акте по форме Н1 должны быть подробно изложены обстоятельства и причины несчастного случая, а также указаны лица, допустившие нарушения нормативных требований по охране труда.

Акт по форме Н1 должен быть оформлен и подписан членами комиссии, утвержден работодателем и заверен печатью организации. Один экземпляр акта выдается пострадавшему (его доверенному лицу) или родственникам пострадавшего. Второй экземпляр хранится вместе с материалами расследования в течение 45 лет в организации, где произошел несчастный случай.

Результаты расследования каждого несчастного случая рассматриваются работодателем в целях разработки и реализации мер по их предупреждению, решения вопросов о возмещении вреда пострадавшим (членам их семей), предоставления им компенсации и льгот.

По результатам расследования составляется заключение, которое является обязательным для работодателя и может быть обжаловано в органах Федеральной инспекции труда при Министерстве труда РФ или в суде.

9.2. Классификация причин производственного травматизма

Причины, приводящие к несчастным случаям, травматизму, весьма разнообразны и многочисленны. Однако все их множество можно свести к четырем группам.

1. Технические причины, к которым относятся всевозможные неисправности машин, оборудования, инструментов, отсутствие ограждений, недостаточная механизация работ и пр.

2. Организационные причины, связанные с неудовлетворительной организацией работ, отсутствием технического надзора, средств защиты, спецодежды, недостаточной обученностью, использованием рабочих не по профессии, нарушением трудовой дисциплины и пр.

3. Санитарно-гигиенические причины, связанные с неблагоприятными метеоусловиями, повышенным уровнем акустического воздействия, вибрацией, нерациональным освещением и т.п.

4. Комбинированные причины, имеющие наиболее широкое распространение.

9.3. Методы изучения причин производственного травматизма

Анализ состояния травматизма на производстве может осуществляться различными методами: статистическим, монографическим, экономическим и пр.

Наиболее распространен статистический метод, основанный на изучении повторяемости и сравнительной оценки несчастных случаев по относительным показателям – показателям частоты и тяжести.

Показатель частоты:

$$П_{\text{ч}} = 1000 \frac{a}{b},$$

где a – число несчастных случаев с утратой трудоспособности на один рабочий день и более в определенный календарный период; b – среднесписочное число работающих.

Показатель тяжести:

$$П_{\text{т}} = \frac{c}{d},$$

где c – число дней, потерянных в результате наступившей нетрудоспособности; d – число пострадавших, больничные листы которых закрыты в отчетный период.

Общий показатель травматизма:

$$П_{\text{общ}} = П_{\text{ч}} \cdot П_{\text{т}}.$$

Разновидностью статистического метода анализа являются групповой и топографический методы.

Сущность группового метода заключается в выявлении случаев травматизма, однородных по характеру причин, опасных профессий, зависимость травматизма от возраста, стажа, возможности установления наиболее поражаемых частей тела и т. д.

Топографический метод основан на детальном изучении данного участка, технологического процесса, оборудования, организации труда и работы в области охраны труда.

В результате выявляются не только причины уже происшедших случаев, но и потенциальные (скрытые) причины травм, источники опасностей производства. Это позволяет наметить и осуществить мероприятия по их устранению.

Экономический метод состоит в изучении экономического ущерба, связанного с несчастными случаями, оценки эффективности затрат, направленных на предупреждение травматизма.

Сложившаяся и документально оформленная практика расследования и учета несчастных случаев на производстве делает основной акцент на смертельных и тяжелых несчастных случаях, меньший – на легких, и совсем не принимаются во внимание (не расследуются и не учитываются) микротравмы, что не позволяет в полной мере осуществлять анализ опасных факторов и рисков. В итоге создается искажение статистики несчастных случаев. Так, уровень смертности травматизма в России в 29 раз выше, чем в промышленно развитых странах, а общий травматизм, соответственно, во столько же раз ниже, чем в этих же странах.

Как показывают исследования ученых, одному смертельному случаю предшествуют 10-30 тяжелых травм, около 100-300 легких (с потерей трудоспособности на один день и более), порядка от одной до трех тысяч микротравм или 10-30 тысяч опасностей, которые имеются на производстве.

Таким образом, каждые 10-30 тысяч опасных факторов при определенных условиях могут привести к смертельному или тяжелому исходу.

Чтобы определить реальный (возможный) риск этих опасных факторов, необходимо их идентифицировать путем использования результатов аттестации рабочих мест по условиям труда и травмобезопасности и специальных (количественных и качественных) методов оценки рисков. Полученные результаты реализуются при принятии управленческих решений.

9.4. Система обязательного социального страхования от несчастных случаев на производстве

Система обязательного страхования является определенным гарантом социальной справедливости, ибо осуществляет материальную компенсацию некоторой части понесенного ущерба.

Федеральный закон «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний» № 125 ФЗ от 24.07.1998 г. (с последующими дополнениями) придал Фонду социального страхования РФ статус страховщика, обеспечивающего возмещение вреда пострадавшему. Работодателям вменено в обязанность производство платежей на социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний.

Обязательный платеж (страховой взнос) рассчитывается исходя из страхового тарифа, а также скидки (надбавки) к страховому тарифу.

Размер скидки (надбавки) к страховому тарифу устанавливается с учетом состояния охраны труда, расходов на обеспечение по страхованию и не может превышать 40 % страхового тарифа, установленного для соответствующей отрасли (подотрасли) экономики.

Страховые тарифы, дифференцированные по группам отраслей (подотраслей) экономики в зависимости от класса профессионального риска, устанавливаются Федеральным законом.

Размер возмещения вреда зависит от тяжести травмирования, от степени утраты профессиональной трудоспособности, определение которых возложено на государственные службы медико-санитарной экспертизы (МСЭ).

МСЭ устанавливает факт наличия инвалидности, определяет группу, причины, сроки и время наступления инвалидности, потребность инвалидов в специальных транспортных средствах; определяет степень утраты профессиональной трудоспособности (в процентах) пострадавшего на производстве; устанавливает причинную связь смерти пострадавшего лица с производственной травмой, профессиональным заболеванием.

МСЭ освидетельствует застрахованного по обращению страховщика, страхователя или застрахованного либо по определению суда или при предоставлении акта о несчастном случае на производстве или акта о профессиональном заболевании.

В случае смерти застрахованного в результате наступления страхового случая право на получение страховых выплат имеют нетрудоспособные лица, состоявшие на иждивении умершего.

Пострадавший (застрахованный), получивший трудовое увечье или временную нетрудоспособность, получает обеспечение по страхованию в виде оплаты дополнительных расходов, связанных с повреждением здоровья. Пособие по временной нетрудоспособности имеет размер 100 % среднего заработка.

Различают единовременные и ежемесячные страховые выплаты:

- размер единовременной страховой выплаты застрахованному зависит от степени утраты профессиональной трудоспособности, установленной МСЭ, и минимального размера оплаты труда на день выплаты;
- размер ежемесячной страховой выплаты определяется с учетом среднего месячного заработка застрахованного за 12 месяцев работы, предшествовавших наступлению страхового случая.

Оплата дополнительных расходов включает оплату за дополнительную медицинскую помощь (сверх предусмотренной по обязательному медицинскому страхованию), включая дополнительное питание и приобретение лекарств; за специальный медицинский и бытовой уход за застрахованным; за санаторно-курортное лечение; за протезирование, за обеспечение специальными транспортными средствами, за их содержание и текущий капитальный ремонт.

К страховым выплатам не относится возмещение застрахованному морального вреда. Возмещать моральный вред обязан причинитель вреда, размер возмещения морального вреда определяется судом.

9.5. Вопросы для самоконтроля

- 1) Что такое производственная травма?
- 2) На какие виды делятся травмы?
- 3) Назовите методы изучения причин производственного травматизма?
- 4) Что такое страховые выплаты?
- 5) Какой максимальный срок расследования несчастного случая?

9.6. Используемые информационные ресурсы

- Закон РФ № 125-ФЗ от 24 июля 2000 г. «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний». – 23 с.
- Давиденко В.А., Давиденко Р. В, Русак О.Н. Основы безопасности: Конспект лекций. – СПб: Изд-во МАНЭБ, 2005. – 259 с.
- Трудовой кодекс Российской Федерации. – Нов. ред., 2006. – Новосибирск, 2006-2007. – 256 с.
- Сердюк В. С., Стишенко Л. Г. Медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности. Учеб. пособие. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2003. – 240 с
- www.google.ru/#newwindow=1&q=%D0%BF%D1%80
- Презентация